SUPPLÉMENT

À

L'HISTOIRE NATURELLE.

Tome Premier.

166

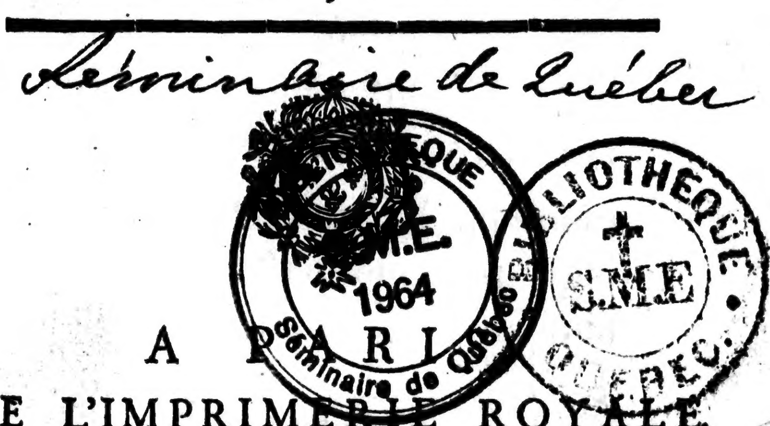
HISTOIRE NATURELLE,

GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE,

Servant de suite à la Théorie de la Terre, & d'introduction à l'histoire des Minéraux.

Par M. le Comte DE BUFFON, *Intendant du Jardin du Roi, de l'Académie Françoise, & de celle des Sciences,* &c.

SUPPLÉMENT, Tome Premier.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCLXXIV.

TABLE

De ce qui est contenu dans ce Volume.

DES ÉLÉMENS.

Fin de la Table.



HISTOIRE

e.

ISTOIRE

HISTOIRE NATURELLE.

INTRODUCTION À L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

DES ÉLÉMENS.

PREMIÈRE PARTIE.

De la LUMIÈRE, de la CHALEUR & du FEU.

LES PUISSANCES de la Nature, autant qu'elles nous sont connues, peuvent se réduire à deux forces primitives, celle qui cause la pesanteur, & celle qui produit

la chaleur. La force d'impulsion leur est subordonnée, elle dépend de la première pour ses effets particuliers, & tient à la seconde pour l'effet général ; comme l'impulsion ne peut s'exercer qu'au moyen du ressort, & que le ressort n'agit qu'en vertu de la force qui rapproche les parties éloignées, il est clair que l'impulsion a besoin, pour opérer, du concours de l'attraction ; car si la matière cessoit de s'attirer, si les corps perdoient leur cohérence, tout ressort ne seroit-il pas détruit, toute communication de mouvement interceptée, toute impulsion nulle ? puisque, dans le fait *(a)*, le mouvement ne se communique & ne peut se transmettre d'un corps à un autre que par l'élasticité ; qu'enfin on peut démontrer qu'un corps parfaitement dur, c'est-à-dire absolument inflexible, seroit en même temps absolument immobile & tout-à-fait incapable de recevoir l'action d'un autre corps *(b)*.

(a) Pour une plus grande intelligence, je prie mes Lecteurs de revoir la seconde partie de l'article de cet ouvrage, qui a pour titre : *De la Nature, seconde vue.*

(b) La communication du mouvement a toujours été regardée comme une vérité d'expérience, & les

L'attraction étant un effet général, constant & permanent, l'impulsion qui, dans la plupart des corps, est particulière, & n'est ni constante ni permanente, en dépend

---

plus grands Mathématiciens se sont contentés d'en calculer les résultats dans les différentes circonstances, & nous ont donné sur cela des règles & des formules, où ils ont employé beaucoup d'art; mais personne, ce me semble, n'a jusqu'ici considéré la nature intime du mouvement, & n'a tâché de se représenter & de présenter aux autres la manière physique dont le mouvement se transmet & passe d'un corps à un autre corps. On a prétendu que les corps durs pouvoient le recevoir comme les corps à ressort, & sur cette hypothèse dénuée de preuves, on a fondé des propositions & des calculs dont on a tiré une infinité de fausses conséquences. Car les corps supposés durs & parfaitement inflexibles, ne pourroient recevoir le mouvement. Pour le prouver, soit un globe parfaitement dur, c'est-à-dire inflexible dans toutes ses parties, chacune de ces parties ne pourra par conséquent être rapprochée ou éloignée de la partie voisine, sans quoi cela seroit contre la supposition; donc, dans un globe parfaitement dur, les parties ne peuvent recevoir aucun déplacement, aucun changement, aucune action; car si elles recevoient une action elles auroient une réaction, les corps ne pouvant réagir qu'en agissant. Puis donc que toutes les parties prises séparément ne peuvent recevoir aucune action, elles ne peuvent en communiquer; la partie postérieure, qui est frappée la première, ne

donc comme un effet particulier dépend d'un effet général; car au contraire, si toute impulsion étoit detruite, l'attraction subsisteroit & n'en agiroit pas moins, tandis que celle-ci venant à cesser, l'autre seroit non-seulement sans exercice, mais même sans existence; c'est donc cette différence

---

pourra pas communiquer le mouvement à la partie antérieure, puisque cette partie postérieure, qui a été supposée inflexible, ne peut pas changer, eu égard aux autres parties; donc il seroit impossible de communiquer aucun mouvement à un corps inflexible. Mais l'expérience nous apprend qu'on communique le mouvement à tous les corps; donc tous les corps sont à ressort, donc il n'y a point de corps parfaitement durs & inflexibles dans la Nature. Un de mes amis (M. Gueneau de Montbeillard), homme d'un excellent esprit, m'a écrit à ce sujet dans les termes suivans. « De la supposition de l'immobilité absolue des corps absolument durs, il suit qu'il » ne faudroit peut-être qu'un pied cube de cette » matière pour arrêter tout le mouvement de l'U- » nivers connu : & si cette immobilité absolue étoit » prouvée, il semble que ce n'est point assez de » dire qu'il n'existe point de ces corps dans la Na- » ture, & qu'on peut les traiter d'impossibles, & » dire que la supposition de leur existence est ab- » surde; car le mouvement provenant du ressort » leur ayant été refusé, ils ne peuvent dès-lors être » capables du mouvement provenant de l'attrac- tion, qui est par l'hypothèse la cause du ressort. »

eſſentielle qui ſubordonne l'impulſion à l'attraction dans toute matière brute & purement paſſive.

Mais cette impulſion qui ne peut ni s'exercer ni ſe tranſmettre dans les corps bruts qu'au moyen du reſſort, c'eſt-à-dire, du ſecours de la force d'attraction, dépend encore plus immédiatement, plus généralement de la force qui produit la chaleur, car c'eſt principalement par le moyen de la chaleur que l'impulſion pénètre dans les corps organiſés, c'eſt par la chaleur qu'ils ſe forment, croiſſent & ſe développent. On peut rapporter à l'attraction ſeule tous les effets de la matière brute & à cette même force d'attraction jointe à celle de la chaleur, tous les phénomènes de la matière vive.

J'entends par matière vive, non-ſeulement tous les êtres qui vivent ou végètent, mais encore toutes les molécules organiques vivantes, diſperſées & répandues dans les détrimens ou réſidus des corps organiſés; je comprends encore dans la matière vive celle de la lumière, du feu, de la chaleur, en un mot toute matière qui nous paroît être active par elle-même.

Or cette matière vive tend toujours d[u] centre à la circonférence, au lieu que [l]a matière brute tend au contraire de la circonférence au centre; c'est une force expansive qui anime la matière vive, & c'est une force attractive à laquelle obéit la matière brute: quoique les directions de ces deux forces soient diamétralement opposées, l'action de chacune ne s'en exerce pas moins; elles se balancent sans jamais se détruire, & de la combinaison de ces deux forces également actives résultent tous les phénomènes de l'Univers.

Mais, dira-t-on, vous réduisez toutes les puissances de la Nature à deux forces, l'une attractive & l'autre expansive, sans donner la cause ni de l'une ni de l'autre, & vous subordonnez à toutes deux l'impulsion qui est la seule force dont la cause nous soit connue & démontrée par le rapport de nos sens; n'est-ce pas abandonner une idée claire, & y substituer deux hypothèses obscures?

A cela je réponds que, ne connoissant rien que par comparaison, nous n'aurons jamais d'idée de ce qui produit un effet général, parce que cet effet appartenant à tout, on ne peut dès-lors le comparer à

rien. Demander quelle est la cause de la force attractive, c'est exiger qu'on nous dise la raison pourquoi toute la matière s'attire : or ne nous suffit-il pas de savoir que réellement toute la matière s'attire, & n'est-il pas aisé de concevoir que cet effet étant général, nous n'avons nul moyen de le comparer, & par conséquent nulle espérance d'en connoître jamais la cause ou la raison ? Si l'effet, au contraire, étoit particulier comme celui de l'attraction de l'aimant & du fer, on doit espérer d'en trouver la cause, parce qu'on peut le comparer à d'autres effets particuliers, ou le ramener à l'effet général. Ceux qui exigent qu'on leur donne la raison d'un effet général, ne connoissent ni l'étendue de la Nature ni les limites de l'esprit humain : demander pourquoi la matière est étendue, pesante, impénétrable, sont moins des questions que des propos mal conçus, & auxquels on ne doit aucune réponse. Il en est de même de toute propriété particulière lorsqu'elle est essentielle à la chose : demander, par exemple, pourquoi le rouge est rouge, seroit une interrogation puérile, à laquelle on ne doit pas répondre. Le

Philosophe est tout près de l'enfant lorsqu'il fait de semblables demandes, & autant on peut les pardonner à la curiosité non réfléchie du dernier, autant le premier doit les rejeter & les exclure de ses idées.

Puis donc que la force d'attraction & la force d'expansion sont deux effets généraux, on ne doit pas nous en demander les causes; il suffit qu'ils soient généraux & tous deux réels, tous deux bien constatés, pour que nous devions les prendre eux-mêmes pour causes des effets particuliers, & l'impulsion est un de ces effets qu'on ne doit pas regarder comme une cause générale connue ou démontrée par le rapport de nos sens, puisque nous avons prouvé que cette force d'impulsion ne peut exister ni agir qu'au moyen de l'attraction qui ne tombe point sous nos sens. Rien n'est plus évident, disent certains Philosophes, que la communication du mouvement par l'impulsion, il suffit qu'un corps en choque un autre pour que cet effet suive; mais, dans ce sens même, la cause de l'attraction n'est-elle pas encore plus évidente & bien plus générale, puisqu'il suffit d'abandonner un corps pour qu'il tombe & prenne du mouvement sans

choc? le mouvement appartient donc, dans tous les cas, encore plus à l'attraction qu'à l'impulsion.

Cette première réduction étant faite, il seroit peut-être possible d'en faire une seconde, & de ramener la puissance même de l'expansion à celle de l'attraction, en sorte que toutes les forces de la matière dépendroient d'une seule force primitive : du moins cette idée me paroîtroit bien digne de la sublime simplicité du plan sur lequel opère la Nature. Or ne pouvons-nous pas concevoir que cette attraction se change en répulsion toutes les fois que les corps s'approchent d'assez près pour éprouver un frottement ou un choc des uns contre les autres. L'impénétrabilité qu'on ne doit pas regarder comme une force, mais comme une résistance essentielle à la matière, ne permettant pas que deux corps puissent occuper le même espace, que doit-il arriver lorsque deux molécules, qui s'attirent d'autant plus puissamment qu'elles s'approchent de plus près, viennent tout-à-coup à se heurter? cette résistance invincible de l'impénétrabilité ne devient-elle pas alors une force

active, ou plutôt réactive, qui, dans le contact, repousse les corps avec autant de vîtesse qu'ils en avoient acquis au moment de se toucher? & dès-lors la force expansive ne sera point une force particulière opposée à la force attractive, mais un effet qui en dérive, & qui se manifeste toutes les fois que les corps se choquent ou frottent les uns contre les autres.

J'avoue qu'il faut supposer dans chaque molécule de matière, dans chaque atome quelconque, un ressort parfait, pour concevoir clairement comment s'opère ce changement de l'attraction en répulsion; mais cela même nous est assez indiqué par des faits: plus la matière s'atténue & plus elle prend de ressort; la terre & l'eau, qui en sont les agrégats les plus grossiers, ont moins de ressort que l'air; & le feu qui est le plus subtil des élémens, est aussi celui qui a le plus de force expansive. Les plus petites molécules de la matière, les plus petits atomes que nous connoissions sont ceux de la lumière; & l'on sait qu'ils sont parfaitement élastiques, puisque l'angle sous lequel la lumière se réfléchit est toujours égal à celui sous lequel elle arrive: nous pouvons donc en inférer que

toutes les parties conſtitutives de la matière en général ſont à reſſort parfait, & que ce reſſort produit tous les effets de la force expanſive, toutes les fois que les corps ſe heurtent ou ſe frottent en ſe rencontrant dans des directions oppoſées.

L'expérience me paroît parfaitement d'accord avec ces idées; nous ne connoiſſons d'autres moyens de produire du feu que par le choc ou le frottement des corps; car le feu que nous produiſons par la réunion des rayons de la lumière, ou par l'application du feu déjà produit à des matières combuſtibles, n'a-t-il pas néanmoins la même origine à laquelle il faudra toujours remonter, puiſqu'en ſuppoſant l'homme ſans miroirs ardens & ſans feu actuel, il n'aura d'autres moyens de produire le feu qu'en frottant ou choquant des corps ſolides les uns contre les autres *(c)*?

La force expanſive pourroit donc bien n'être, dans le réel, que la réaction de la

---

(c) Le feu que produit quelquefois la fermentation des herbes entaſſées, celui qui ſe manifeſte dans les efferveſcences, ne ſont pas une exception qu'on puiſſe m'oppoſer, puiſque cette production

force attractive ; réaction qui s'opère toutes les fois que les molécules primitives de la matière, toujours attirées les unes par les autres, arrivent à se toucher immédiatement ; car dès-lors il est nécessaire qu'elles soient repoussées avec autant de vîtesse qu'elles en avoient acquis en direction contraire au moment du contact (d),

du feu par la fermentation & par l'effervescence, dépend, comme tout autre, de l'action du choc des parties de la matière, les unes contre les autres.

(d) Il est certain, me dira-t-on, que les molécules réjailliront après le contact, parce que leur vîtesse à ce point, & qui leur est rendue par le ressort, est la somme des vîtesses acquises dans tous les momens précédens, par l'effet continuel de l'attraction, & par conséquent doit l'emporter sur l'effort instantané de l'attraction dans le seul moment du contact. Mais ne sera t-elle pas continuellement retardée, & enfin détruite, lorsqu'il y aura équilibre entre la somme des efforts de l'attraction avant le contact, & la somme des efforts de l'attraction après le contact ? Comme cette question pourroit faire naître des doutes ou laisser quelques nuages sur cet objet, qui par lui-même est difficile à saisir, je vais tâcher d'y satisfaire, en m'expliquant encore plus clairement. Je suppose deux molécules, ou, pour rendre l'image plus sensible, deux grosses masses de matière, telles que la Lune & la Terre, toutes deux douées d'un ressort parfait dans toutes

& lorſque ces molécules ſont abſolument libres de toute cohérence, & qu'elles

---

les parties de leur intérieur, qu'arriveroit-il à ces deux maſſes iſolées de toute autre matière, ſi tout leur mouvement progreſſif étoit tout-à-coup arrêté, & qu'il ne reſtât à chacune d'elles que leur force d'attraction réciproque ? Il eſt clair que, dans cette ſuppoſition, la Lune & la Terre ſe précipiteroient l'une vers l'autre, avec une vîteſſe qui augmenteroit à chaque moment, dans la même raiſon que diminueroit le carré de leur diſtance. Les vîteſſes acquiſes ſeront donc immenſes au point de contact, ou, ſi l'on veut, au moment de leur choc, & dès-lors ces deux corps, que nous avons ſuppoſés à reſſort parfait, & libres de tous autres empêchemens, c'eſt-à-dire, entièrement iſolés, réjailliront chacun, & s'éloigneront l'un de l'autre dans la direction oppoſée, & avec la même vîteſſe qu'ils avoient acquiſe au point du contact; vîteſſe qui, quoique diminuée continuellement par leur attraction réciproque, ne laiſſeroit pas de les porter d'abord au même lieu d'où ils ſont partis, mais encore infiniment plus loin, parce que la retardation du mouvement eſt ici en ordre inverſe de celui de l'accélération, & que la vîteſſe acquiſe au point du choc étant immenſe, les efforts de l'attraction ne pourront la réduire à zéro qu'à une diſtance dont le carré ſeroit également immenſe; en ſorte que ſi le contact étoit abſolu, & que la diſtance des deux corps qui ſe choquent, fût abſolument nulle, ils s'éloigneroient l'un de l'autre juſqu'à une diſtance infinie; & c'eſt à-peu-près ce que nous

n'obéissent qu'au seul mouvement produit par leur attraction, cette vîtesse acquise est immense dans le point du contact. La chaleur, la lumière, le feu qui sont les grands effets de la force expansive, seront produits toutes les fois qu'artificiellement ou naturellement les corps seront divisés en parties très-petites, & qu'ils se rencontreront dans des directions opposées, & la chaleur sera d'autant plus sensible, la lumière d'autant plus vive, le feu d'autant plus violent que les molécules se seront précipitées les unes contre les autres, avec plus de vîtesse par leur force d'attraction mutuelle.

De-là on doit conclure que toute matière peut devenir lumière, chaleur, feu; qu'il suffit que les molécules d'une substance quelconque se trouvent dans un état de liberté, c'est-à-dire, dans un état de division assez grande & de séparation, telle qu'elles puissent obéir sans obstacle à toute la force qui les attire les unes vers les autres;

---

voyons arriver à la lumière & au feu, dans le moment de l'inflammation des matières combustibles; car, dans l'instant même, elles lancent leur lumière à une très-grande distance, quoique les particules qui se sont converties en lumière fussent auparavant très-voisines les unes des autres.

car, dès qu'elles se rencontreront, elles réagiront les unes contre les autres, & se fuiront en s'éloignant avec autant de vîtesse qu'elles en avoient acquis au moment du contact, qu'on doit regarder comme un vrai choc ; puisque deux molécules, qui s'attirent mutuellement, ne peuvent se rencontrer qu'en direction contraire. Ainsi la lumière, la chaleur & le feu ne sont pas des matières particulières, des matières différentes de toute autre matière ; ce n'est toujours que la même matière qui n'a subi d'autre altération, d'autre modification, qu'une grande division de parties, & une direction de mouvement en sens contraire par l'effet du choc & de la réaction.

Ce qui prouve assez évidemment que cette matière du feu & de la lumière, n'est pas une substance différente de toute autre matière, c'est qu'elle conserve toutes les qualités essentielles, & même la plupart des attributs de la matière commune : 1.° la lumière, quoique composée de particules presque infiniment petites, est néanmoins encore divisible, puisqu'avec le prisme on sépare les uns des autres les rayons, ou, pour parler plus clairement, les atomes

différemment colorés; 2.° la lumière, quoique douée en apparence d'une qualité toute opposée à celle de la pesanteur, c'est-à-dire, d'une volatilité qu'on croiroit lui être essentielle, est néanmoins pesante comme toute autre matière, puisqu'elle fléchit toutes les fois qu'elle passe auprès des autres corps, & qu'elle se trouve à portée de leur sphère d'attraction; je dois même dire qu'elle est fort pesante, relativement à son volume qui est d'une petitesse extrême, puisque la vîtesse immense avec laquelle la lumière se meut en ligne directe, ne l'empêche pas d'éprouver assez d'attraction près des autres corps, pour que sa direction s'incline & change d'une manière très-sensible à nos yeux; 3.° la substance de la lumière n'est pas plus simple que celle de toute autre matière, puisqu'elle est composée de parties d'inégale pesanteur; que le rayon rouge est beaucoup plus pesant que le rayon violet, & qu'entre ces deux extrêmes elle contient une infinité de rayons intermédiaires, qui approchent plus ou moins de la pesanteur du rayon rouge ou de la légereté du rayon violet: toutes ces conséquences dérivent nécessairement des

phénomènes de l'inflexion de la lumière & de sa réfraction *(e)*, qui, dans le réel,

(e) L'attraction universelle agit sur la lumière; il ne faut, pour s'en convaincre, qu'examiner les cas extrêmes de la réfraction : lorsqu'un rayon de lumière passe à travers un crystal, sous un certain angle d'obliquité, la direction change tout-à-coup, & au lieu de continuer sa route, il rentre dans le crystal & se réfléchit. Si la lumière passe du verre dans le vide, toute la force de cette puissance s'exerce, & le rayon est contraint de rentrer & rentre dans le verre par un effet de son attraction que rien ne balance; si la lumière passe du crystal dans l'air, l'attraction du crystal plus forte que celle de l'air, la ramène encore, mais avec moins de force, parce que cette attraction du verre est en partie détruite par celle de l'air qui agit en sens contraire sur le rayon de lumière ; si ce rayon passe du crystal dans l'eau, l'effet est bien moins sensible, le rayon rentre à peine, parce que l'attraction du crystal est presque toute détruite par celle de l'eau, qui s'oppose à son action ; enfin, si la lumière passe du crystal dans le crystal, comme les deux attractions sont égales, l'effet s'évanouit & le rayon continue sa route : d'autres expériences démontrent que cette puissance attractive, ou cette force réfringente, est toujours à très-peu près proportionnelle à la densité des matières transparentes, à l'exception des corps onctueux & sulfureux, dont la force réfringente est plus grande, parce que la lumière a plus d'analogie, plus de rapport de nature avec les matières inflammables qu'avec les autres matières.

n'eſt qu'une inflexion qui s'opère lorſque la lumière paſſe à travers les corps tranſparens; 4.° on peut démontrer que la lumière eſt maſſive & qu'elle agit, dans quelque cas, comme agiſſent tous les autres corps; car, indépendamment de ſon effet ordinaire, qui eſt de briller à nos yeux, & de ſon action propre, toujours accompagnée d'éclat & ſouvent de chaleur, elle agit par ſa maſſe lorſqu'on la condenſe en la réuniſſant, & elle agit au point de mettre en mouvement des corps

---

Mais s'il reſtoit quelque doute ſur cette attraction de la lumière vers les corps, qu'on jette les yeux ſur les inflexions que ſouffre un rayon, lorſqu'il paſſe fort près de la ſurface d'un corps; un trait de lumière ne peut entrer par un très-petit trou, dans une chambre obſcure, ſans être puiſſamment attiré vers les bords du trou; ce petit faiſceau de rayons ſe diviſe, chaque rayon voiſin de la circonférence du trou, ſe plie vers cette circonférence, & cette inflexion produit des franges colorées, des apparences conſtantes, qui ſont l'effet de l'attraction de la lumière vers les corps voiſins: il en eſt de même des rayons qui paſſent entre deux lames de couteaux, les uns ſe plient vers la lame ſupérieure, les autres vers la lame inférieure; il n'y a que ceux du milieu qui, ſouffrant une égale attraction des deux côtés, ne ſont pas détournés, & ſuivent leur direction.

aſſez peſans placés au foyer d'un bon miroir ardent; elle fait tourner une aiguille ſur un pivot placé à ſon foyer; elle pouſſe, déplace & chaſſe les feuilles d'or ou d'argent qu'on lui préſente avant de les fondre, & même avant de les échauffer ſenſiblement. Cette action produite par ſa maſſe eſt la première & précède celle de la chaleur; elle s'opère entre la lumière condenſée & les feuilles de métal, de la même façon qu'elle s'opère entre deux autres corps qui deviennent contigus, & par conſéquent la lumière a encore cette propriété commune avec toute autre matière; 5.° enfin on ſera forcé de convenir que la lumière eſt un mixte, c'eſt-à-dire, une matière compoſée comme la matière commune, non-ſeulement de parties plus groſſes & plus petites, plus ou moins peſantes, plus ou moins mobiles, mais encore différemment figurées; quiconque aura réfléchi ſur les phénomènes que Newton appelle *les accès de facile réflexion & de facile tranſmiſſion de la lumière*, & ſur les effets de la double réfraction du cryſtal de roche, & du ſpath appelé cryſtal d'Iſlande, ne pourra s'empêcher de reconnoître que les atomes de la lumière ont pluſieurs

côtés, plusieurs faces différentes, qui, selon qu'elles se présentent, produisent constamment des effets différens *(f)*.

En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que la lumière n'est pas une matière particulière ni différente de la matière commune, que son essence est la même, ses propriétés essentielles les mêmes; qu'enfin elle n'en diffère que parce qu'elle a subi dans le point du contact la répulsion d'où provient sa volatilité. Et de la même manière que l'effet de la force d'attraction s'étend à l'infini, toujours en décroissant comme l'espace augmente, les effets de la répulsion s'étendent & décroissent de même, mais en ordre inverse; en sorte que l'on peut appliquer à la force expansive tout ce que l'on sait de la force attractive; ce sont pour la Nature deux

---

(f) Chaque rayon de lumière a deux côtés opposés, doués originairement d'une propriété d'où dépend la réfraction extraordinaire du crystal, & deux autres côtés opposés, qui n'ont pas cette propriété, *Optique* de Newton, *Question* XXVI, *traduction* de Coste. *Nota.* Cette propriété dont parle ici Newton, ne peut dépendre que de l'étendue ou de la figure de chacun des côtés des rayons, c'est-à-dire, des atomes de lumière. Voyez cet article en entier dans Newton.

inſtrumens de même eſpèce, ou plutôt ce n'eſt que le même inſtrument qu'elle manie dans deux ſens oppoſés.

Toute matière deviendra lumière, dès que toute cohérence étant détruite, elle ſe trouvera diviſée en molécules ſuffiſamment petites, & que ces molécules étant en liberté seront déterminées par leur attraction mutuelle à ſe précipiter les unes contre les autres; dans l'inſtant du choc la force répulſive s'exercera, les molécules ſe fuiront en tout ſens avec une vîteſſe preſque infinie, laquelle néanmoins n'eſt qu'égale à leur vîteſſe acquiſe au moment du contact: car la loi de l'attraction étant d'augmenter comme l'eſpace diminue, il eſt évident qu'au contact l'eſpace toujours proportionnel au carré de la diſtance devient nul, & que par conſéquent la vîteſſe acquiſe en vertu de l'attraction, doit à ce point devenir preſqu'infinie; cette vîteſſe ſeroit même infinie ſi le contact étoit immédiat, & par conſéquent la diſtance entre les deux corps abſolument nulle; mais, comme nous l'avons ſouvent répété, il n'y a rien d'abſolu, rien de parfait dans la Nature, & de même rien d'abſolument grand, rien d'abſolument petit, rien d'entièrement nul,

rien de vraiment infini, & tout ce que j'ai dit de la petiteſſe *infinie* des atomes qui conſtituent la lumière, de leur reſſort *parfait*, de la diſtance *nulle* dans le moment du contact, ne doit s'entendre qu'avec reſtriction. Si l'on pouvoit douter de cette vérité métaphyſique, il ſeroit poſſible d'en donner une démonſtration phyſique, ſans même nous écarter de notre ſujet. Tout le monde ſait que la lumière emploie environ ſept minutes & demie de temps à venir du ſoleil juſqu'à nous ; ſuppoſant donc le ſoleil à trente-ſix millions de lieues, la lumière parcourt cette énorme diſtance en ſept minutes & demie, ou ce qui revient au même (ſuppoſant ſon mouvement uniforme), quatre-vingts mille lieues en une ſeconde ; cette viteſſe, quoique prodigieuſe, eſt néanmoins bien éloignée d'être infinie, puiſqu'elle eſt déterminable par les nombres ; elle ceſſera même de paroître prodigieuſe lorſqu'on réfléchira que la Nature ſemble marcher en grand preſque auſſi vîte qu'en petit ; il ne faut pour cela que ſupputer la célérité du mouvement des comètes à leur périhélie, ou même celle des planètes qui ſe meuvent le plus rapidement, & l'on verra que la viteſſe

de ces masses immenses, quoique moindre, se peut néanmoins comparer d'assez près avec celle de nos atomes de lumière.

Et de même que toute matière peut se convertir en lumière par la division & la répulsion de ses parties excessivement divisées, lorsqu'elles éprouvent un choc des unes contre les autres; la lumière peut aussi se convertir en toute autre matière par l'addition de ses propres parties, accumulées par l'attraction des autres corps. Nous verrons dans la suite que tous les élémens sont convertibles; & si l'on a douté que la lumière, qui paroît être l'élément le plus simple, pût se convertir en substance solide, c'est que, d'une part, on n'a pas fait assez d'attention à tous les phénomènes, & que, d'autre part, on étoit dans le préjugé, qu'étant essentiellement volatile, elle ne pouvoit jamais devenir fixe. Mais n'avons-nous pas prouvé que la fixité & la volatilité dépendent de la même force attractive dans le premier cas, devenue répulsive dans le second; & dès-lors ne sommes-nous pas fondés à croire que ce changement de la matière fixe en lumière, & de la lumière en matière fixe, est une des plus fréquentes opérations de la Nature?

Après avoir montré que l'impulsion dépend de l'attraction, que la force expansive est la même que la force attractive devenue négative; que la lumière, & à plus forte raison la chaleur & le feu ne sont que des manières d'être de la matière commune; qu'il n'existe en un mot qu'une seule force & une seule matière toujours prête à s'attirer ou à se repousser suivant les circonstances; recherchons comment avec ce seul ressort & ce seul sujet, la Nature peut varier ses œuvres à l'infini. Nous mettrons de la méthode dans cette recherche, & nous en présenterons les résultats avec plus de clarté, en nous abstenant de comparer d'abord les objets les plus éloignés, les plus opposés, comme le feu & l'eau, l'air & la terre, & en nous conduisant au contraire par les mêmes degrés, par les mêmes nuances douces que suit la Nature dans toutes ses démarches. Comparons donc les choses les plus voisines, & tâchons d'en saisir les différences, c'est-à-dire, les particularités, & de les présenter avec encore plus d'évidence que leurs généralités. Dans le point de vue général, la lumière, la chaleur & le feu ne font qu'un seul objet, mais dans

le

le point de vue particulier; ce ſont trois objets diſtincts, trois choſes qui, quoique ſe reſſemblant par un grand nombre de propriétés, diffèrent néanmoins par un petit nombre d'autres propriétés aſſez eſſentielles, pour qu'on puiſſe les regarder comme trois choſes différentes, & qu'on doive les comparer une à une.

Quelles ſont d'abord les propriétés communes de la lumière & du feu, quelles ſont auſſi leurs propriétés différentes? La lumière, dit-on, & le feu élémentaire ne ſont qu'une même choſe, une ſeule ſubſtance: cela peut être, mais comme nous n'avons pas encore d'idée nette du feu élémentaire, abſtenons-nous de prononcer ſur ce premier point. La lumière & le feu, tel que nous les connoiſſons, ne ſont-ils pas au contraire deux choſes différentes, deux ſubſtances diſtinctes & compoſées différemment? le feu eſt à la vérité très-ſouvent lumineux, mais quelquefois auſſi le feu exiſte ſans aucune apparence de lumière; le feu, ſoit lumineux, ſoit obſcur, n'exiſte jamais ſans une grande chaleur, tandis que la lumière brille ſouvent avec éclat ſans la moindre

chaleur ſenſible. La lumière paroît être l'ouvrage de la Nature, le feu n'eſt que le produit de l'induſtrie de l'homme: la lumière ſubſiſte, pour ainſi dire, par elle-même, & ſe trouve répandue dans les eſpaces immenſes de l'Univers entier: le feu ne peut ſubſiſter qu'avec des alimens, & ne ſe trouve qu'en quelques points de l'eſpace où l'homme le conſerve, & dans quelques endroits de la profondeur de la terre, où il ſe trouve également entretenu par des alimens convenables. La lumière, à la vérité, lorſqu'elle eſt condenſée, réunie par l'art de l'homme, peut produire du feu; mais ce n'eſt qu'autant qu'elle tombe ſur des matières combuſtibles. La lumière n'eſt donc tout au plus, & dans ce ſeul cas, que le principe du feu, & non pas le feu; ce principe même n'eſt pas immédiat, il en ſuppoſe un intermédiaire, & c'eſt celui de la chaleur qui paroît tenir encore de plus près que la lumière à l'eſſence du feu. Or la chaleur exiſte tout auſſi ſouvent ſans lumière que la lumière exiſte ſans chaleur; ces deux principes ne paroiſſent donc pas néceſſairement liés enſemble; leurs effets ne ſont ni ſimultanés ni contemporains,

puiſque, dans des certaines circonſtances, on ſent de la chaleur long-temps avant que la lumière paroiſſe, & que, dans d'autres circonſtances, on voit de la lumière long-temps avant de ſentir de la chaleur, & même ſans en ſentir aucune.

Dès-lors la chaleur n'eſt-elle pas une autre manière d'être, une modification de la matière, qui diffère à la vérité moins que toute autre de celle de la lumière, mais qu'on peut néanmoins conſidérer à part, & qu'on devroit concevoir encore plus aiſément? Car la facilité plus ou moins grande que nous avons à concevoir les opérations différentes de la Nature, dépend de celle que nous avons d'y appliquer nos ſens; lorſqu'un effet de la Nature tombe ſous deux de nos ſens, la vue & le toucher, nous croyons en avoir une pleine connoiſſance; un effet qui n'affecte que l'un ou l'autre de ces deux ſens, nous paroît plus difficile à connoître, &, dans ce cas, la facilité ou la difficulté d'en juger, dépend du degré de ſupériorité qui ſe trouve entre nos ſens; la lumière que nous n'apercevons que par le ſens de la vue (ſens le plus fautif & le plus incomplet),

ne devroit pas nous être aussi-bien connue que la chaleur qui frappe le toucher, & affecte par conséquent le plus sûr de nos sens. Cependant il faut avouer qu'avec cet avantage, on a fait beaucoup moins de découvertes sur la nature de la chaleur que sur celle de la lumière, soit que l'homme saisisse mieux ce qu'il voit que ce qu'il sent, soit que la lumière se présentant ordinairement comme une substance distincte & différente de toutes les autres, elle a paru digne d'une considération particulière : au lieu que la chaleur dont l'effet est plus obscur, se présentant comme un objet moins isolé, moins simple, n'a pas été regardée comme une substance distincte, mais comme un attribut de la lumière & du feu.

Quand même cette opinion, qui fait de la chaleur un pur attribut, une simple qualité, se trouveroit fondée, il seroit toujours utile de considérer la chaleur en elle-même & par les effets qu'elle produit toute seule ; c'est-à-dire, lorsqu'elle nous paroît indépendante de la lumière & du feu. La première chose qui me frappe, & qui me paroît bien digne de remarque, c'est que le siége de la chaleur est tout

différent de celui de la lumière; celle-ci occupe & parcoure les espaces vides de l'Univers; la chaleur au contraire se trouve généralement répandue dans toute la matière solide. Le globe de la terre & toutes les matières dont il est composé, ont un degré de chaleur bien plus considérable qu'on ne pourroit l'imaginer. L'eau a son degré de chaleur qu'elle ne perd qu'en changeant son état; c'est-à-dire, en perdant sa fluidité; l'air a aussi sa chaleur, que nous appelons sa température, qui varie beaucoup, mais qu'il ne perd jamais en entier, puisque son ressort subsiste même dans le plus grand froid; le feu a aussi ses différens degrés de chaleur, qui paroissent moins dépendre de sa nature propre que de celle des alimens qui le nourrissent. Ainsi toute la matière connue, est chaude, & dès-lors la chaleur est une affection bien plus générale que celle de la lumière.

La chaleur pénètre tous les corps qui lui sont exposés, & cela sans aucune exception, tandis qu'il n'y a que les corps transparens qui laissent passer la lumière, & qu'elle est arrêtée & en partie repoussée

par tous les corps opaques. La chaleur ſemble donc agir d'une manière bien plus générale & plus palpable que n'agit la lumière, & quoique les molécules de la chaleur ſoient exceſſivement petites, puiſqu'elles pénètrent les corps les plus compactes, il me ſemble néanmoins que l'on peut démontrer qu'elles ſont bien plus groſſes que celles de la lumière ; car on fait de la chaleur avec la lumière ; en la réuniſſant en grande quantité ; d'ailleurs la chaleur agiſſant ſur le ſens du toucher, il eſt néceſſaire que ſon action ſoit proportionnée à la groſſièreté de ce ſens, comme la délicateſſe des organes de la vue paroît l'être à l'extrême fineſſe des parties de la lumière : celles-ci ſe meuvent avec la plus grande vîteſſe, agiſſent dans l'inſtant à des diſtances immenſes, tandis que celles de la chaleur n'ont qu'un mouvement progreſſif aſſez lent, qui ne paroît s'étendre qu'à de petits intervalles du corps dont elles émanent.

Le principe de toute chaleur paroît être l'attrition des corps ; tout frottement, c'eſt-à-dire, tout mouvement en ſens contraire entre des matières ſolides, produit de la chaleur, & ſi ce même effet n'arrive

pas dans les fluides, c'eſt parce que leurs parties ne ſe touchent pas d'aſſez près pour pouvoir être frottées les unes contre les autres ; & qu'ayant peu d'adhérence entre elles, leur réſiſtance au choc des autres corps eſt trop foible pour que la chaleur puiſſe naître ou ſe manifeſter à un degré ſenſible ; mais, dans ce cas, on voit ſouvent de la lumière produite par ce frottement d'un fluide, ſans ſentir de la chaleur. Tous les corps, ſoit en petit ou en grand volume, s'échauffent dès qu'ils ſe rencontrent en ſens contraire : la chaleur eſt donc produite par le mouvement de toute matière palpable & d'un volume quelconque ; au lieu que la production de la lumière, qui ſe fait auſſi par le mouvement en ſens contraire, ſuppoſe de plus la diviſion de la matière en parties très-petites ; & comme cette opération de la Nature eſt la même pour la production de la chaleur & celle de la lumière, que c'eſt le mouvement en ſens contraire, la rencontre des corps, qui produiſent l'un & l'autre, on doit en conclure que les atomes de la lumière ſont ſolides par eux-mêmes, & qu'ils ſont chauds au moment de leur

naiſſance ; mais on ne peut pas également aſſurer qu'ils conſervent leur chaleur au même degré que leur lumière, ni qu'ils ne ceſſent pas d'être chauds, avant de ceſſer d'être lumineux. Des expériences familières paroiſſent indiquer que la chaleur de la lumière du ſoleil augmente en paſſant à travers une glace plane, quoique la quantité de la lumière ſoit diminuée conſidérablement par la réflexion qui ſe fait à la ſurface extérieure de la glace, & que la matière même du verre en retienne une certaine quantité. D'autres expériences plus recherchées *(g)*, ſemblent prouver

---

(g) Un habile Phyſicien (M. de Sauſſure, citoyen de Genève) a bien voulu me communiquer le réſultat des expériences qu'il a faites dans les montagnes, ſur la différente chaleur des rayons du ſoleil, & je vais rapporter ici ſes propres expreſſions. « J'ai fait faire, en mars 1767, cinq caiſſes » rectangulaires de verre blanc de Bohème, chacune » deſquelles eſt la moitié d'un cube coupé parallè- » lement à ſa baſe ; la première a un pied de » largeur en tout ſens, ſur ſix pouces de hauteur ; » la ſeconde dix pouces ſur cinq, & ainſi de ſuite, » juſqu'à la cinquième qui a deux pouces ſur un. » Toutes ces caiſſes ſont ouvertes par le bas, & s'em- » boîtent les unes dans les autres ſur une table » fort épaiſſe, de bois de poirier noirci, à laquelle » elles ſont fixées. J'emploie ſept thermomètres à

que la lumière augmente de chaleur à mesure qu'elle traverse une plus grande épaisseur de notre atmosphère.

---

cette expérience ; l'un suspendu en l'air & par- «
faitement isolé à côté des boîtes, & à la même «
distance du sol ; un autre posé sur la caisse exté- «
rieure en dehors de cette caisse, & à-peu-près au «
milieu ; le suivant posé de même sur la seconde «
caisse, & ainsi des autres, jusqu'au dernier qui «
est sous la cinquième caisse, & à demi-noyé «
dans le bois de la table. «

Il faut observer que tous ces thermomètres sont «
de mercure, & que tous, excepté le dernier, ont «
la boule nue, & ne sont pas engagés comme les «
thermomètres ordinaires, dans une planche ou «
dans une boîte, dont le plus ou le moins d'ap- «
titude à prendre & à conserver la chaleur, fait «
entièrement varier les résultats des expériences. «

Tout cet appareil exposé au soleil, dans un «
lieu découvert, par exemple, sur le mur de clôture «
d'une grande terrasse ; je trouve que le thermomètre «
suspendu à l'air libre, monte le moins haut de «
tous ; que celui qui est sur la caisse extérieure, «
monte un peu plus haut ; ensuite celui qui est sur «
la seconde caisse, & ainsi des autres, en observant «
cependant que le thermomètre, qui est posé sur «
la cinquième caisse, monte plus haut que celui qui «
est sous elle & à demi-noyé dans le bois de la «
table : j'ai vu celui-là monter à 70 degrés de «
Réaumur (en plaçant le O à la congélation & le «
80.me degré à l'eau bouillante). Les fruits exposés «
à cette chaleur s'y cuisent & y rendent leur jus. «

On sait de tout temps que la chaleur devient d'autant moindre ou le froid d'autant plus grand, qu'on s'élève plus haut dans les montagnes. Il est vrai que la chaleur, qui provient du globe entier de la terre, doit être moins sensible sur ces pointes avancées qu'elle ne l'est dans les plaines, mais cette cause n'est point du tout proportionnelle à l'effet; l'action de la chaleur qui émane du globe terrestre, ne pouvant diminuer qu'en raison du

---

» Quand cet appareil est exposé au soleil dès le » matin, on observe communément la plus grande » chaleur vers les deux heures & demie après midi, » & lorsqu'on le retire des rayons du soleil, il em- » ploie plusieurs heures à son entier refroidissement.

» J'ai fait porter ce même appareil sur une mon- » tagne élevée d'environ cinq cents toises au-dessus » du lieu où se faisoient ordinairement les expé- » riences, & j'ai trouvé que le refroidissement causé » par l'élévation agissoit beaucoup plus sur les ther- » momètres suspendus à l'air libre, que sur ceux qui » étoient enfermés dans les caisses de verre, quoique » j'eusse eu soin de remplir les caisses de l'air même » de la montagne, par égard pour la fausse hypo- » thèse de ceux qui croient que le froid des mon- tagnes tient de la pureté de l'air qu'on y respire. »

Il seroit à desirer que M. de Saussure, de la sagacité duquel nous devons attendre d'excellentes choses, suivît encore plus loin ces expériences, & voulût bien en publier les résultats.

quarré de la diſtance, il ne paroît pas qu'à la hauteur d'une demi-lieue, qui n'eſt que la trois-millième partie du demi-diamètre du globe, dont le centre doit être pris pour le foyer de la chaleur; il ne paroît pas, dis-je, que cette différence, qui, dans cette ſuppoſition, n'eſt que d'une unité ſur neuf millions, puiſſe produire une diminution de chaleur auſſi conſidérable, à beaucoup près, que celle qu'on éprouve en s'élevant à cette hauteur; car le thermomètre y baiſſe dans tous les temps de l'année, juſqu'au point de la congélation de l'eau; la neige ou la glace ſubſiſtent auſſi ſur ces grandes montagnes à-peu-près à cette hauteur dans toutes les ſaiſons: il n'eſt donc pas probable que cette grande différence de chaleur provienne uniquement de la différence de la chaleur de la terre: l'on en ſera pleinement convaincu, ſi l'on fait attention qu'au haut des volcans, où la terre eſt plus chaude qu'en aucun autre endroit de la ſurface du globe, le froid de l'air eſt à très-peu-près le même que dans les autres montagnes à la même hauteur.

On pourroit donc penser que les atomes de la lumière, quoique très-chauds au moment de leur naissance & au sortir du soleil, se refroidissent beaucoup pendant les sept minutes & demie de temps que dure leur traversée du soleil à la terre, d'autant que la durée de la chaleur, ou, ce qui revient au même, le temps du refroidissement des corps étant en raison de leur diamètre, il sembleroit qu'il ne faut qu'un très-petit moment pour le refroidissement des atomes presqu'infiniment petits de la lumière; & cela seroit en effet s'ils étoient isolés; mais comme ils se succèdent presque immédiatement, & qu'ils se propagent en faisceaux d'autant plus serrés qu'ils sont plus près du lieu de leur origine, la chaleur que chaque atome perd, tombe sur les atomes voisins; & cette communication réciproque de la chaleur, qui s'évapore de chaque atome, entretient plus long-temps la chaleur générale de la lumière; & comme sa direction constante est toujours en rayons divergens, que leur éloignement l'un de l'autre augmente comme l'espace qu'ils ont parcouru, & qu'en même temps la

chaleur qui part de chaque atome, comme centre, diminue aussi dans la même raison, il s'ensuit que l'action de la lumière des rayons solaires décroissant en raison inverse du quarré de la distance, celle de leur chaleur décroît en raison inverse du quarré-quarré de cette même distance.

Prenant donc pour unité le demi-diamètre du soleil, & supposant l'action de la lumière comme 1000, à la distance d'un demi-diamètre de la surface de cet astre, elle ne sera plus que comme $\frac{1000}{4}$ à la distance de deux demi-diamètres, que comme $\frac{1000}{9}$ à celle de trois demi-diamètres, comme $\frac{1000}{16}$ à la distance de quatre demi-diamètres; & enfin en arrivant à nous qui sommes éloignés du soleil de trente-six millions de lieues, c'est-à-dire, d'environ deux cents vingt-quatre de ses demi-diamètres, l'action de la lumière ne sera plus que comme $\frac{1000}{50625}$, c'est-à-dire, plus de cinquante mille fois plus foible qu'au sortir du soleil, & la chaleur de chaque atome de lumière étant aussi supposée 1000 au sortir du soleil, ne sera plus que comme $\frac{1000}{16}$, $\frac{1000}{81}$, $\frac{1000}{256}$ à la

diſtance ſucceſſive de 1, 2, 3 demi-diamètres, & en arrivant à nous, comme $\frac{1000}{2562890625}$, c'eſt-à-dire, plus de deux mille cinq cents millions de fois plus foible qu'au ſortir du ſoleil.

Quand même on ne voudroit pas admettre cette diminution de la chaleur de la lumière en raiſon du quarré-quarré de la diſtance au ſoleil, quoique cette eſtimation me paroiſſe fondée ſur un raiſonnement aſſez clair, il ſera toujours vrai que la chaleur, dans ſa propagation, diminue beaucoup plus que la lumière, au moins quant à l'impreſſion qu'elles font l'une & l'autre ſur nos ſens. Qu'on excite une très-forte chaleur, qu'on allume un grand feu dans un point de l'eſpace, on ne le ſentira qu'à une diſtance médiocre, au lieu qu'on en voit la lumière à de très-grandes diſtances; qu'on approche peu-à-peu la main d'un corps exceſſivement chaud, on s'apercevra, par la ſeule ſenſation, que la chaleur augmente beaucoup plus que l'eſpace ne diminue; car on ſe chauffe ſouvent avec plaiſir à une diſtance qui ne diffère que de quel-

ques pouces de celle où l'on se brûleroit. Tout paroît donc nous indiquer que la chaleur diminue en plus grande raison que la lumière, à mesure que toutes deux s'éloignent du foyer dont elles partent.

Ainsi, l'on peut croire que les atomes de la lumière sont fort refroidis lorsqu'ils arrivent à la surface de notre atmosphère; mais qu'en traversant la grande épaisseur de cette masse transparente, ils y reprennent par le frottement une nouvelle chaleur. La vîtesse infinie avec laquelle les particules de la lumière frôlent celles de l'air, doit produire une chaleur d'autant plus grande, que le frottement est plus multiplié; & c'est probablement par cette raison que la chaleur des rayons solaires se trouve, par l'expérience, beaucoup plus grande dans les couches inférieures de l'atmosphère, & que le froid de l'air paroît augmenter si considérablement à mesure qu'on s'élève. Peut-être aussi que comme la lumière ne prend de la chaleur qu'en se réunissant, il faut un grand nombre d'atomes de lumière pour constituer un seul atome de chaleur, & que c'est par cette raison, que la lumière foible de la lune, quoique frôlée dans

l'atmoſphère, comme celle du ſoleil, ne prend aucun degré de chaleur ſenſible. Si, comme le dit M. Bouguer *(h)*, l'intenſité de la lumière du ſoleil à la ſurface de la terre, eſt trois cents mille fois plus grande que celle de la lumière de la lune, celle-ci ne peut qu'être preſqu'abſolument inſenſible, même en la réuniſſant au foyer des plus puiſſans miroirs ardens, qui ne peuvent la condenſer qu'environ deux mille fois, dont ôtant la moitié pour la perte par la réflexion ou la réfraction, il ne reſte qu'une trois-centième partie d'intenſité au foyer du miroir. Or y a-t-il des thermomètres aſſez ſenſibles pour indiquer le degré de chaleur contenu dans une lumière trois cents fois plus foible que celle du ſoleil, & pourra-t-on faire des miroirs aſſez puiſſans pour la condenſer davantage?

Ainſi, l'on ne doit pas inférer de tout ce que j'ai dit, que la lumière puiſſe exiſter ſans aucune chaleur, mais ſeulement que les degrés de cette chaleur ſont très-différens, ſelon les différentes

---

(h) Eſſai d'Optique ſur la gradation de la lumière.

circonstances, & toujours insensibles lorsque la lumière est très-foible *(i)*. La chaleur au contraire paroît exister habituellement, & même se faire sentir vivement sans lumière; ce n'est ordinairement

(i) On pourroit même présumer que la lumière en elle-même est composée de parties plus ou moins chaudes; le rayon rouge, dont les atomes sont bien plus massifs & probablement plus gros que ceux du rayon violet, doit en toutes circonstances conserver beaucoup plus de chaleur, & cette présomption me paroît assez fondée pour qu'on doive chercher à la constater par l'expérience; il ne faut pour cela que recevoir au sortir du prisme une égale quantité de rayons rouges & de rayons violets, sur deux petits miroirs concaves ou deux lentilles réfringentes, & voir au thermomètre le résultat de la chaleur des uns & des autres.

Je me rappelle une autre expérience, qui semble démontrer que les atomes bleus de la lumière sont plus petits que ceux des autres couleurs; c'est qu'en recevant sur une feuille très-mince d'or battu la lumière du soleil, elle se réfléchit toute, à l'exception des rayons bleus qui passent à travers la feuille d'or, & peignent d'un beau bleu le papier blanc qu'on met à quelque distance derrière la feuille d'or. Ces atomes bleus sont donc plus petits que les autres, puisqu'ils passent où les autres ne peuvent passer : mais je n'insiste pas sur les conséquences qu'on doit tirer de cette expérience, parce que cette couleur bleue produite en apparence par la feuille d'or, peut tenir au phénomène des ombres bleues, dont je parlerai dans un des Mémoires suivans.

que quand elle devient excessive que la lumière l'accompagne. Mais ce qui mettroit encore une différence bien essentielle entre ces deux modifications de la matière, c'est que la chaleur, qui pénètre tous les corps, ne paroît se fixer dans aucun, & ne s'y arrêter que peu de temps, au lieu que la lumière s'incorpore, s'amortit & s'éteint dans tous ceux qui ne la réfléchissent pas, ou qui ne la laissent pas passer librement. Faites chauffer à tous degrés des corps de toute sorte, tous perdront en assez peu de temps la chaleur acquise, tous reviendront au degré de la température générale, & n'auront par conséquent que la même chaleur qu'ils avoient auparavant. Recevez de même la lumière en plus ou moins grande quantité sur des corps noirs ou blancs, bruts ou polis, vous reconnoîtrez aisément que les uns l'admettent, les autres la repoussent, & qu'au lieu d'être affectés d'une manière uniforme, comme ils le sont par la chaleur, ils ne le sont que d'une manière relative à leur nature, à leur couleur, à leur poli; les noirs absorberont plus la lumière que les blancs, les bruts plus que les polis. Cette lumière une fois absorbée, reste fixe

& demeure dans les corps qui l'ont admiſe, elle ne reparoît plus, elle n'en ſort pas comme le fait la chaleur; d'où l'on devroit conclure que les atomes de la lumière peuvent devenir parties conſtituantes des corps en s'uniſſant à la matière qui les compoſe; au lieu que la chaleur ne ſe fixant pas, ſemble empêcher au contraire l'union de toutes les parties de la matière & n'agir que pour les tenir ſéparées.

Cependant il y a des cas où la chaleur ſe fixe à demeure dans les corps, & d'autres cas où la lumière qu'ils ont abſorbée reparoît & en ſort comme la chaleur. Les diamans, les autres pierres tranſparentes qui s'imbibent de la lumière du ſoleil; les pierres opaques, comme celle de Bologne qui, par la calcination, reçoivent les particules d'un feu brillant; tous les phoſphores naturels rendent la lumière qu'ils ont abſorbée, & cette reſtitution ou déperdition de lumière ſe fait ſucceſſivement & avec le temps, à-peu-près comme ſe fait celle de la chaleur. Et peut-être la même choſe arrive dans les corps opaques, en tout ou en partie. Quoi qu'il en ſoit, il paroît d'après tout

ce qui vient d'être dit, que l'on doit reconnoître deux ſortes de chaleur, l'une lumineuſe, dont le ſoleil eſt le foyer immenſe, & l'autre obſcure, dont le grand réſervoir eſt le globe terreſtre. Notre corps, comme faiſant partie du globe, participe à cette chaleur obſcure; & c'eſt par cette raiſon qu'étant obſcure par elle-même, c'eſt-à-dire, ſans lumière, elle eſt encore obſcure pour nous, parce que nous ne nous en apercevons par aucun de nos ſens. Il en eſt de cette chaleur du globe comme de ſon mouvement, nous y ſommes ſoumis, nous y participons ſans le ſentir & ſans nous en douter. De-là il eſt arrivé que les Phyſiciens ont porté d'abord toutes leurs vues, toutes leurs recherches ſur la chaleur du ſoleil, ſans ſoupçonner qu'elle ne faiſoit qu'une très-petite partie de celle que nous éprouvons réellement; mais ayant fait des inſtrumens pour reconnoître la différence de chaleur immédiate des rayons du ſoleil en été, à celle de ces mêmes rayons en hiver, ils ont trouvé, avec étonnement, que cette chaleur ſolaire eſt en été ſoixante-ſix fois plus grande qu'en hiver dans notre climat, & que

néanmoins la plus grande chaleur de notre été ne différoit que d'un septième du plus grand froid de notre hiver; d'où ils ont conclu, avec grande raison, qu'indépendamment de la chaleur que nous recevons du soleil, il en émane une autre du globe même de la terre, bien plus considérable, & dont celle du soleil n'est que le complément; en sorte qu'il est aujourd'hui démontré que cette chaleur, qui s'échappe de l'intérieur de la terre *(k)*, est dans notre climat au moins vingt-neuf fois en été, & quatre cents fois en hiver plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil; je dis au moins, car quelqu'exactitude que les Physiciens, & en particulier M. de Mairan, aient apporté dans ces recherches, quelque précision qu'ils aient pu mettre dans leurs observations & dans leur calcul, j'ai vu en les examinant, que le résultat pouvoit en être porté plus haut *(l)*.

(k) Voyez l'Histoire de l'Académie des Sciences, *année* 1702, *page* 7; & le Mémoire de M. Amontons, *page* 155. — Les Mémoires de M. de Mairan, *année* 1710, *page* 104; *année* 1721, *page* 8; *année* 1765, *page* 143.

(l) Les Physiciens ont pris pour le degré du froid absolu mille degrés au-dessous de la congélation,

Cette grande chaleur, qui réside dans l'intérieur du globe, qui sans cesse en

---

il falloit plutôt le supposer de dix mille que de mille, car quoique je sois très-persuadé qu'il n'existe rien d'absolu dans la Nature, & que peut-être un froid de dix mille degrés n'existe que dans les espaces les plus éloignés de tout soleil ; cependant, comme il s'agit ici de prendre pour unité le plus grand froid possible, je l'aurois au moins supposé plus grand que celui dont nous pouvons produire la moitié ou les trois cinquièmes, car on a produit artificiellement cinq cents quatre-vingt-douze degrés de froid à Pétersbourg, le 6 Janvier 1760, le froid naturel étant de trente-un degrés au-dessous de la congélation ; & si l'on eût fait la même expérience en Sibérie, où le froid naturel est quelquefois de soixante-dix degrés, on eût produit un froid de plus de mille degrés ; car on a observé que le froid artificiel suivoit la même proportion que le froid naturel. Or $31 : 592 :: 70 : 1536 \frac{24}{31}$; il seroit donc possible de produire en Sibérie un froid de treize cents trente-six degrés au-dessous de la congélation ; donc le plus grand degré de froid possible doit être supposé bien au-delà de mille ou même de treize cents trente-six pour en faire l'unité, à laquelle on rapporte les degrés de la chaleur, tant solaire que terrestre, ce qui ne laissera pas d'en rendre la différence encore plus grande. — Une autre remarque que j'ai faite en examinant la construction de la table, dans laquelle M. de Mairan donne les rapports de la chaleur des émanations du globe terrestre à ceux de la chaleur solaire pour tous les climats de la terre, c'est qu'il n'a pas pensé ou qu'il a négligé

émane à l'extérieur, doit entrer comme élément dans la combinaison de tous les

---

d'y faire entrer la considération de l'épaisseur du globe, plus grande sous l'équateur que sous les pôles. Cela néanmoins devroit être mis en compte, & auroit un peu changé les rapports qu'il donne pour chaque latitude. — Enfin une troisième remarque, & qui tient à la première, c'est qu'il dit *(page 160)* qu'ayant fait construire une machine, qui étoit comme un extrait de mes miroirs brûlans, & ayant fait tomber la lumière réfléchie du soleil sur des thermomètres, il avoit toujours trouvé que si un miroir plan avoit fait monter la liqueur, par exemple, de trois degrés, deux miroirs dont on réunissoit la lumière, la faisoient monter de six degrés, & trois miroirs de neuf degrés. Or il est aisé de sentir que ceci ne peut pas être généralement vrai, car la grandeur des degrés du thermomètre n'est fondée que sur la division en mille parties, & sur la supposition que mille degrés au-dessous de la congélation font le froid absolu ; &, comme il s'en faut bien que ce terme soit celui du plus grand froid possible, il est nécessaire qu'une augmentation de chaleur double ou triple par la réunion de deux ou trois miroirs, élève la liqueur à des hauteurs différentes de celle des degrés du thermomètre, selon que l'expérience sera faite dans un temps plus ou moins chaud ; que celui où ces hauteurs s'accorderont le mieux ou différeront le moins, sera celui des jours chauds de l'été, & que les expériences ayant été faites sur la fin de Mai,

autres élémens. Si le ſoleil eſt le père de la Nature, cette chaleur de la terre en eſt la mère, & toutes deux ſe réuniſſent pour produire, entretenir, animer les êtres organiſés, & pour travailler, aſſimiler, compoſer les ſubſtances inanimées. Cette chaleur intérieure du globe qui tend toujours du centre à la circonférence, & qui s'éloigne perpendiculairement de la ſurface de la terre, eſt à mon avis, un grand agent dans la Nature; l'on ne peut guère douter qu'elle n'ait la principale influence ſur la perpendicularité de la tige des plantes, ſur les Phénomènes de l'électricité, dont la principale cauſe eſt le frottement ou mouvement en ſens contraire, ſur les effets du magnétiſme, &c. Mais, comme je ne prétends pas faire ici un

---

ce n'eſt que par haſard qu'elles ont donné le réſultat des augmentations de chaleur par les miroirs, proportionnelles aux degrés de l'échelle du thermomètre. Mais j'abrège cette critique en renvoyant à ce que j'ai dit près de vingt ans avant ce Mémoire de M. de Mairan ſur la conſtruction d'un thermomètre réel, & ſa graduation par le moyen de mes miroirs brûlans. *Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1747.

Traité

Traité de Physique, je me bornerai aux effets de cette chaleur sur les autres élémens. Elle suffit seule, elle est même bien plus grande qu'il ne faut pour maintenir la raréfaction de l'air au degré que nous respirons ; elle est plus que suffisante pour entretenir l'eau dans son état de liquidité, car on a descendu des thermomètres jusqu'à cent vingt brasses de profondeur *(m)*, & les retirant promptement, on a vu que la température de l'eau y étoit à très-peu-près la même que dans l'intérieur de la terre à pareille profondeur, c'est-à-dire, de dix degrés deux tiers. Et comme l'eau la plus chaude monte toujours à la surface, & que le sel l'empêche de geler, on ne doit pas être surpris de ce qu'en général la mer ne gèle pas, & que les eaux douces ne gèlent que d'une certaine épaisseur, l'eau du fond restant toujours liquide, lors même qu'il fait le plus grand froid, & que les couches supérieures sont en glace de dix pieds d'épaisseur.

(m) Histoire physique de la mer, par M. le Comte Marsigli, *page* 16.

Mais la terre eſt celui de tous les élémens ſur lequel cette chaleur intérieure a dû produire & produit encore les plus grands effets. On ne peut pas douter, après les preuves que j'en ai données *(n)*, que cette chaleur n'ait été originairement bien plus grande qu'elle ne l'eſt aujourd'hui; ainſi, on doit lui rapporter, comme à la cauſe première, toutes les ſublimations, précipitations, agrégations, ſéparations; en un mot, tous les mouvemens qui ſe ſont faits & ſe font chaque jour dans l'intérieur du globe, & ſur-tout dans la couche extérieure où nous avons pénétré, & dont la matière a été remuée par les agens de la Nature, ou par les mains de l'homme; car, à une ou peut-être deux lieues de profondeur, on ne peut guère préſumer qu'il y ait eu des converſions de matière, ni qu'il s'y faſſe encore des changemens réels: toute la maſſe du globe ayant été fondue, liquéfiée par le feu, l'intérieur n'eſt qu'un verre ou concret ou diſcret, dont la ſubſtance

---

(n) Voyez, dans cet Ouvrage, l'article de la formation des Planètes; & ci-après, les articles des époques de la Nature.

simple ne peut recevoir aucune altération par la chaleur seule ; il n'y a donc que la couche supérieure & superficielle qui, étant exposée à l'action des causes extérieures, aura subi toutes les modifications que ces causes réunies à celle de la chaleur intérieure auront pu produire par leur action combinée, c'est-à-dire, toutes les modifications, toutes les différences, toutes les formes, en un mot, des substances minérales.

Le feu qui ne paroît être, à la première vue, qu'un composé de chaleur & de lumière, ne seroit-il pas encore une modification de la matière qu'on doive considérer à part, quoiqu'elle ne diffère pas essentiellement de l'une ou de l'autre, & encore moins des deux prises ensemble ; le feu n'existe jamais sans chaleur, mais il peut exister sans lumière. On verra, par mes expériences, que la chaleur seule & dénuée de toute apparence de lumière, peut produire les mêmes effets que le feu le plus violent. On voit aussi que la lumière seule, lorsqu'elle est réunie, produit les mêmes effets ; elle semble porter en elle-même une substance qui n'a pas

beſoin d'aliment ; le feu ne peut ſubſiſter au contraire qu'en abſorbant de l'air, & il devient d'autant plus violent qu'il en abſorbe davantage, tandis que la lumière concentrée & reçue dans un vaſe purgé d'air, agit comme le feu dans l'air, & que la chaleur reſſerrée, retenue dans un eſpace clos, ſubſiſte & même augmente avec une très-petite quantité d'alimens. La différence la plus générale entre le feu, la chaleur & la lumière, me paroît donc conſiſter dans la quantité, & peut-être dans la qualité de leurs alimens.

L'air eſt le premier aliment du feu, les matières combuſtibles ne ſont que le ſecond ; j'entends par premier aliment celui qui eſt toujours néceſſaire & ſans lequel le feu ne pourroit faire aucun uſage des autres. Des expériences connues de tous les Phyſiciens, nous démontrent qu'un petit point de feu, tel que celui d'une bougie placée dans un vaſe bien fermé, abſorbe en peu de temps une grande quantité d'air, & qu'elle s'éteint auſſitôt que la quantité ou la qualité de cet aliment lui manque. D'autres expériences bien connues des Chimiſtes prouvent

que les matières les plus combuſtibles, telles que les charbons ne ſe conſument pas dans des vaiſſeaux bien clos, quoiqu'expoſés à l'action du plus grand feu. L'air eſt donc le premier, le véritable aliment du feu, & les matières combuſtibles ne peuvent lui en fournir que par le ſecours & la médiation de cet élément dont il eſt néceſſaire, avant d'aller plus loin, que nous conſidérions ici quelques propriétés.

Nous avons dit que toute fluidité avoit la chaleur pour cauſe, & en comparant quelques fluides enſemble, nous voyons qu'il faut beaucoup plus de chaleur pour tenir le fer en fuſion que l'or, beaucoup plus pour y tenir l'or que l'étain, beaucoup moins pour y tenir la cire, beaucoup moins pour y tenir l'eau, encore beaucoup moins pour y tenir l'eſprit-de-vin, & enfin exceſſivement moins pour y tenir le mercure, puiſqu'il ne perd ſa fluidité qu'au cent quatre-vingt-ſeptième degré au-deſſous de celui où l'eau perd la ſienne. Cette matière, le mercure, ſeroit donc le plus fluide des corps ſi l'air ne l'étoit encore plus. Or, que nous indique cette

fluidité plus grande dans l'air que dans aucune matière : il me semble qu'elle suppose le moindre degré possible d'adhérence entre ses parties constituantes, ce qu'on peut concevoir en les supposant de figure à ne pouvoir se toucher qu'en un point. On pourroit croire aussi qu'étant douées de si peu d'énergie apparente, & de si peu d'attraction mutuelle des unes vers les autres, elles sont, par cette raison, moins massives & plus légères que celles de tous les autres corps : mais cela me paroît démenti par la comparaison du mercure, le plus fluide des corps après l'air, & dont néanmoins les parties constituantes paroissent être plus massives & plus pesantes que celles de toutes les autres matières, à l'exception de l'or. La plus ou moins grande fluidité n'indique donc pas que les parties du fluide soient plus ou moins pesantes, mais seulement que leur adhérence est d'autant moindre, leur union d'autant moins intime, & leur séparation d'autant plus aisée. S'il faut mille degrés de chaleur pour entretenir la fluidité de l'eau, il n'en faudra peut-être qu'un pour maintenir celle de l'air.

L'air eſt donc de toutes les matières connues, celle que la chaleur diviſe le plus facilement, celle dont les parties lui obéiſſent avec le moins de réſiſtance, celle qu'elle met le plus aiſément en mouvement expanſif & contraire à celui de la force attractive. Ainſi, l'air eſt tout près de la nature du feu, dont la principale propriété conſiſte dans ce mouvement expanſif ; & quoique l'air ne l'ait pas par lui-même, la plus petite particule de chaleur ou de feu ſuffiſant pour le lui communiquer, on doit ceſſer d'être étonné de ce que l'air augmente ſi fort l'activité du feu, & de ce qu'il eſt ſi néceſſaire à ſa ſubſiſtance : car étant de toutes les ſubſtances celle qui prend le plus aiſément le mouvement expanſif, ce ſera celle auſſi que le feu entraînera, enlèvera de préférence à toute autre, ce ſera celle qu'il s'appropriera le plus intimement, comme étant de la nature la plus voiſine de la ſienne ; & par conſéquent l'air doit être du feu l'adminicule le plus puiſſant, l'aliment le plus convenable, l'*ami* le plus intime & le plus néceſſaire,

Les matières combuſtibles, que l'on

regarde vulgairement comme les vrais alimens du feu, ne lui servent néanmoins, ne lui profitent en rien dès qu'elles sont privées du secours de l'air, le feu le plus violent ne les consume pas, & même ne leur cause aucune altération sensible, au lieu qu'avec de l'air, une seule étincelle de feu les embrase, & qu'à mesure qu'on fournit de l'air en plus ou moins grande quantité, le feu devient dans la même proportion plus vif, plus étendu, plus dévorant. De sorte qu'on peut mesurer la célérité ou la lenteur avec laquelle le feu consume les matières combustibles par la quantité plus ou moins grande de l'air qu'on lui fournit. Ces matières ne sont donc, pour le feu, que des alimens secondaires, qu'il ne peut s'approprier par lui-même, & dont il ne peut faire usage qu'autant que l'air s'y mêlant, les rapproche de la nature du feu, en les modifiant, & leur sert d'intermède pour les y réunir.

On pourra (ce me semble) concevoir clairement cette opération de la Nature, en considérant que le feu ne réside pas dans les corps d'une manière fixe, qu'il

n'y fait ordinairement qu'un séjour instantané, qu'étant toujours en mouvement expansif, il ne peut subsister dans cet état qu'avec les matières susceptibles de ce même mouvement, que l'air s'y prêtant avec toute facilité, la somme de ce mouvement devient plus grande, l'action du feu plus vive, & que dès-lors les parties les plus volatiles des matières combustibles, telles que les molécules aëriennes, huileuses, &c. obéissant sans effort à ce mouvement expansif qui leur est communiqué, elles s'élèvent en vapeurs: que ces vapeurs se convertissent en flamme par le même secours de l'air extérieur; & qu'enfin tant qu'il subsiste dans les corps combustibles quelques parties capables de recevoir, par le secours de l'air, ce mouvement d'expansion, elles ne cessent de s'en séparer pour suivre l'air & le feu dans leur route, & par conséquent se consumer en s'évaporant avec eux.

Il y a de certaines matières, telles que le phosphore artificiel, le pyrophore, la poudre à canon qui paroissent à la première vue faire une exception à ce que

je viens de dire, car elles n'ont pas besoin pour s'enflammer & se consumer en entier, du secours d'un air renouvelé; leur combustion peut s'opérer dans les vaisseaux les mieux fermés; mais c'est par la raison que ces matières, qu'on doit regarder comme les plus combustibles de toutes, contiennent dans leur substance tout l'air nécessaire à leur combustion. Leur feu produit d'abord cet air & le consume à l'instant, &, comme il est en très-grande quantité dans ces matières, il suffit à leur pleine combustion qui dès-lors n'a pas besoin, comme toutes les autres, du secours d'un air étranger.

Cela semble nous indiquer que la différence la plus essentielle qu'il y ait entre les matières combustibles & celles qui ne le sont pas, c'est que celles-ci ne contiennent que peu ou point de ces matières légères, aëriennes, huileuses, susceptibles du mouvement expansif, ou que si elles en contiennent, elles s'y trouvent fixées & retenues; en sorte que, quoique volatiles en elles-mêmes, elles ne peuvent exercer leur volatilité toutes

les fois que la force du feu n'eſt pas aſſez grande pour ſurmonter la force d'adhéſion qui les retient unies aux parties fixes de la matière. On peut même dire que cette induction, qui ſe tire immédiatement de mes principes, ſe trouve confirmée par un grand nombre d'obſervations bien connues des Chimiſtes & des Phyſiciens; mais ce qui paroît l'être moins, & qui cependant en eſt une conſéquence néceſſaire, c'eſt que toute matière pourra devenir volatile dès que l'homme pourra augmenter aſſez la force expanſive du feu, pour la rendre ſupérieure à la force attractive qui tient unies les parties de la matière, que nous appelons fixes; car, d'une part, il s'en faut bien que nous ayons un feu auſſi fort que nous pourrions l'avoir par des miroirs mieux conçus que ceux dont on s'eſt ſervi juſqu'à ce jour, & d'autre côté, nous ſommes aſſurés que la fixité n'eſt qu'une qualité relative, & qu'aucune matière n'eſt d'une fixité abſolue ou invincible; puiſque la chaleur dilate les corps les plus fixes. Or cette dilatation n'eſt-elle pas l'indice d'un commencement de ſéparation qu'on augmente

avec le degré de chaleur juſqu'à la fuſion, & qu'avec une chaleur encore plus grande on augmenteroit juſqu'à la volatiliſation?

La combuſtion ſuppoſe quelque choſe de plus que la volatiliſation, il ſuffit pour celle-ci que les parties de la matière ſoient aſſez diviſées, aſſez ſéparées les unes des autres pour pouvoir être enlevées par celles de la chaleur; au lieu que, pour la combuſtion, il faut encore qu'elles ſoient d'une nature analogue à celle du feu, ſans cela le mercure, qui eſt le plus fluide après l'air, ſeroit auſſi le plus combuſtible, tandis que l'expérience nous démontre que quoique très-volatil il eſt incombuſtible. Or quelle eſt donc l'analogie ou plutôt le rapport de nature que peuvent avoir les matières combuſtibles avec le feu? La matière, en général, eſt compoſée de quatre ſubſtances principales, qu'on appelle *Élémens*; la terre, l'eau, l'air & le feu, entrent tous quatre en plus ou moins grande quantité dans la compoſition de toutes les matières particulières; celles où la terre & l'eau dominent ſeront fixes, & ne pourront devenir que volatiles par l'action de la chaleur; celles au contraire

qui contiennent beaucoup d'air & de feu, ſeront les ſeules vraiment combuſtibles. La grande difficulté qu'il y ait ici, c'eſt de concevoir nettement comment l'air & le feu, tous deux ſi volatils, peuvent ſe fixer & devenir parties conſtituantes de tous les corps, car nous prouverons que quoiqu'il y ait une plus grande quantité d'air & de feu fixes dans les matières combuſtibles, & qu'ils y ſoient combinés d'une manière différente que dans les autres matières, toutes néanmoins contiennent une quantité conſidérable de ces deux élémens; & que les matières les plus fixes & les moins combuſtibles, ſont celles qui retiennent ces élémens fugitifs avec le plus de force. Le fameux Phlogiſtique des Chimiſtes (être de leur méthode plutôt que de la Nature), n'eſt pas un principe ſimple & identique, comme ils nous le préſentent; c'eſt un compoſé, un produit de l'alliage, un réſultat de la combinaiſon des deux élémens, de l'air & du feu fixés dans les corps. Sans nous arrêter donc ſur les idées obſcures & incomplètes, que pourroit nous fournir la conſidération de cet être

précaire, tenons-nous-en à celle de nos quatre élémens réels, auxquels les Chimiſtes, avec tous leur nouveaux principes, ſeront toujours forcés de revenir ultérieurement.

Nous voyons clairement que le feu en abſorbant de l'air en détruit le reſſort. Or il n'y a que deux manières de détruire un reſſort; la première, en le comprimant aſſez pour le rompre; la ſeconde, en l'étendant aſſez pour qu'il ſoit ſans effet. Ce n'eſt pas de la première manière dont le feu peut détruire le reſſort de l'air, puiſque le moindre degré de chaleur le raréfie, que cette raréfaction augmente avec elle, & que l'expérience nous apprend qu'à une très-forte chaleur, la raréfaction de l'air eſt ſi grande, qu'il occupe alors un eſpace treize fois plus étendu que celui de ſon volume ordinaire; le reſſort dès-lors en eſt d'autant plus foible; & c'eſt dans cet état qu'il peut devenir fixe & s'unir ſans réſiſtance ſous cette nouvelle forme avec les autres corps. On entend bien que cet air transformé & fixé, n'eſt point du tout le même que celui qui ſe trouve diſperſé, diſſéminé dans la plupart

des matières, & qui conserve dans leurs pores sa nature entière; celui-ci ne leur est que mêlangé & non pas uni; il ne leur tient que par une très-foible adhérence, au lieu que l'autre leur est si étroitement attaché, si intimement incorporé, que souvent on ne peut l'en séparer.

Nous voyons de même que la lumière, en tombant sur les corps, n'est pas, à beaucoup près, entièrement réfléchie, qu'il en reste en grande quantité dans la petite épaisseur de la surface qu'elle frappe; que par conséquent elle y perd son mouvement, s'y éteint, s'y fixe & devient dès-lors partie constituante de tout ce qu'elle pénètre. Ajoutez à cet air, à cette lumière, transformés & fixés dans les corps, & qui peuvent être en quantité variable; ajoutez-y, dis-je, la quantité constante du feu que toutes les matières, de quelque espèce que ce soit, possèdent également: cette quantité constante de feu ou de chaleur actuelle du globe de la terre, dont la somme est bien plus grande que celle de la chaleur qui nous vient du soleil, me paroît être

non-ſeulement un des grands reſſorts du mécaniſme de la Nature, mais en même temps un élément dont toute la matière du globe eſt pénétrée; c'eſt le feu élémentaire qui, quoique toujours en mouvement expanſif, doit par ſa longue réſidence dans la matière, & par ſon choc contre ſes parties fixes, s'unir, s'incorporer avec elles, & s'éteindre par parties comme le fait la lumière *(o)*.

Si nous conſidérons plus particulièrement la nature des matières combuſtibles, nous verrons que toutes proviennent originairement des végétaux, des animaux, des êtres en un mot qui ſont placés à la ſurface du globe que le ſoleil éclaire, échauffe & vivifie; les bois, les charbons,

---

(o) Ceci même pourroit ſe prouver par une expérience, qui mériteroit d'être pouſſée plus loin. J'ai recueilli ſur un miroir ardent par réflexion une aſſez forte chaleur ſans aucune lumière, au moyen d'une plaque de tôle miſe entre le braſier & le miroir; une partie de la chaleur s'eſt réfléchie au foyer du miroir, tandis que tout le reſte de la chaleur l'a pénétré; mais je n'ai pu m'aſſurer ſi l'augmentation de chaleur dans la matière du miroir n'étoit pas auſſi grande que s'il n'en eût pas réfléchi.

les tourbes, les bitumes, les réſines, les huiles, les graiſſes, les ſuifs qui ſont les vraies matières combuſtibles, puiſque toutes les autres ne le ſont qu'autant qu'elles en contiennent, ne proviennent-ils pas tous des corps organiſés ou de leurs détrimens? le bois & même le charbon ordinaire, les graiſſes, les huiles par expreſſion, la cire & le ſuif ne ſont que des ſubſtances extraites immédiatement des végétaux & des animaux; les tourbes, les charbons foſſiles, les ſuccins, les bitumes liquides ou concrets, ſont des produits de leur mêlange & de leur décompoſition, dont les détrimens ultérieurs forment les ſoufres & les parties combuſtibles du fer, du zinc, des pyrites & de tous les minéraux que l'on peut enflammer. Je ſens que cette dernière aſſertion ne ſera pas admiſe, & pourra même être rejetée, ſur-tout par ceux qui n'ont étudié la Nature que par la voie de la chimie; mais je les prie de conſidérer que leur méthode n'eſt pas celle de la Nature, qu'elle ne pourra le devenir ou même s'en approcher qu'autant qu'elle s'accordera avec la ſaine phyſique, autant qu'on

en bannira, non-ſeulement les expreſſions obſcures & techniques, mais ſur-tout les principes précaires, les êtres fictifs auxquels on fait jouer le plus grand rôle, ſans néanmoins les connoître. Le ſoufre, *en chimie*, n'eſt que le composé de l'acide vitriolique & du phlogiſtique; quelle apparence y a-t-il donc qu'il puiſſe, comme les autres matières combuſtibles, tirer ſon origine du détriment des végétaux ou des animaux? A cela je réponds, même en admettant cette définition chimique, que l'acide vitriolique, & en général tous les acides, tous les alkalis ſont moins des ſubſtances de la Nature que des produits de l'art. La Nature forme des ſels & du ſoufre, elle emploie à leur compoſition, comme à celle de toutes les autres ſubſtances, les quatre élémens, beaucoup de terre & d'eau, un peu d'air & de feu entrent en quantité variable dans chaque différente ſubſtance ſaline; moins de terre & d'eau, & beaucoup plus d'air & de feu, ſemblent entrer dans la compoſition du ſoufre. Les ſels & les ſoufres doivent donc être regardés comme des êtres de la Natute dont on extrait, par le ſecours

de l'art de la chimie, & par le moyen du feu, les différens acides qu'ils contiennent; & puiſque nous avons employé le feu, & par conſéquent de l'air & des matières combuſtibles pour extraire ces acides, pouvons-nous douter qu'ils n'aient retenu, & qu'ils ne contiennent réellement des parties de matière combuſtible qui y ſeront entrées pendant l'extraction?

Le phlogiſtique eſt encore bien moins que l'acide un être naturel, ce ne ſeroit même qu'un être de raiſon, ſi on ne le regardoit pas comme un compoſé d'air & de feu devenu fixe & inhérent aux autres corps. Le ſoufre peut en effet contenir beaucoup de ce phlogiſtique, beaucoup auſſi d'acide vitriolique; mais il a, comme toute autre matière, & ſa terre & ſon eau; d'ailleurs ſon origine indique qu'il faut une grande conſommation de matières combuſtibles pour ſa production; il ſe trouve dans les volcans, & il ſemble que la Nature ne le produiſe que par effort & par le moyen du plus grand feu; tout concourt donc à nous prouver qu'il eſt de la même nature que les autres matières combuſtibles, & que par conſéquent il

tire, comme elles, ſa première origine du détriment des êtres organiſés.

Mais je vais plus loin : les acides eux-mêmes viennent en grande partie de la décompoſition des ſubſtances animales ou végétales, & contiennent en conſéquence des principes de la combuſtion. Prenons pour exemple le ſalpêtre, ne doit-il pas ſon origine à ces matières ? n'eſt-il pas formé par la putréfaction des végétaux, ainſi que des urines & des excrémens des animaux ? il me ſemble que l'expérience le démontre, puiſqu'on ne cherche, on ne trouve le ſalpêtre que dans les habitations où l'homme & les animaux ont long-temps réſidé ; & puiſqu'il eſt immédiatement formé du détriment des ſubſtances animales & végétales, ne doit-il pas contenir une prodigieuſe quantité d'air & de feu fixes ? auſſi en contient-il beaucoup, & même beaucoup plus que le ſoufre, le charbon, l'huile, &c. Toutes ces matières combuſtibles ont beſoin, comme nous l'avons dit, du ſecours de l'air pour brûler, & ſe conſument d'autant plus vîte, qu'elles en reçoivent en plus grande quantité ; le ſalpêtre n'en a pas

besoin dès qu'il est mêlé avec quelques-unes de ces matières combustibles, il semble porter en lui-même le réservoir de tout l'air nécessaire à sa combustion : en le faisant détonner lentement, on le voit souffler son propre feu, comme le feroit un soufflet étranger ; en le renfermant le plus étroitement, son feu, loin de s'éteindre, n'en prend que plus de force & produit les explosions terribles, sur lesquelles sont fondés nos arts meurtriers. Cette combustion si prompte est en même temps si complète qu'il ne reste presque rien après l'inflammation, tandis que toutes les autres matières enflammées laissent des cendres ou d'autres résidus qui démontrent que leur combustion n'est pas entière, ou, ce qui revient au même, qu'elles contiennent un assez grand nombre de parties fixes, qui ne peuvent ni se brûler ni même se volatiliser. On peut de même démontrer que l'acide vitriolique contient aussi beaucoup d'air & de feu fixes, quoiqu'en moindre quantité que l'acide nitreux ; & dès-lors il tire, comme celui-ci, son origine de la même source, & le soufre

dans la composition duquel cet acide entre si abondamment, tire, des animaux & des végétaux, tous les principes de sa combustibilité.

Le phosphore artificiel, qui est le premier dans l'ordre des matières combustibles, & dont l'acide est différent de l'acide nitreux & de l'acide vitriolique, ne se tire aussi que du règne animal, ou, si l'on veut, en partie du règne végétal élaboré dans les animaux, c'est-à-dire, des deux sources de toute matière combustible. Le phosphore s'enflamme de lui-même, c'est-à-dire, sans communication de matière ignée, sans frottement, sans autre addition que celle du contact de l'air: autre preuve de la nécessité de cet élément pour la combustion même d'une matière qui ne paroît être composée que du feu. Nous démontrerons dans la suite que l'air est contenu dans l'eau sous une forme moyenne, entre l'état d'élasticité & celui de fixité; le feu paroît être dans le phosphore à-peu-près dans ce même état moyen; car de même que l'air se dégage de l'eau dès que l'on diminue la pression de l'atmosphère, le

feu se dégage du phosphore lorsqu'on fait cesser la pression de l'eau, où l'on est obligé de le tenir submergé pour pouvoir le garder & empêcher son feu de s'exalter. Le phosphore semble contenir cet élément sous une forme obscure & condensée, & il paroît être pour le feu obscur ce qu'est le miroir ardent pour le feu lumineux, c'est-à-dire, un moyen de condensation.

Mais sans nous soutenir plus long-temps à la hauteur de ces considérations générales, auxquelles je pourrai revenir lorsqu'il sera nécessaire, suivons d'une manière plus directe & plus particulière l'examen du feu ; tâchons de saisir ses effets, & de les présenter sous un point de vue plus fixe qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

L'action du feu, sur les différentes substances, dépend beaucoup de la manière dont on l'applique ; & le produit de son action sur une même substance, paroîtra différent selon la façon dont il est administré. J'ai pensé qu'on devoit considérer le feu dans trois états différens, le premier relatif à sa vîtesse, le second à son volume, & le troisième à sa masse ;

ſous chacun de ces points de vue, cet élément ſi ſimple, ſi uniforme en apparence, paroîtra, pour ainſi dire, un élément différent. On augmente la vîteſſe du feu ſans en augmenter le volume apparent, toutes les fois que dans un eſpace donné & rempli de matières combuſtibles, on preſſe l'action & le développement du feu en augmentant la vîteſſe de l'air par des ſoufflets, des trompes, des ventilateurs, des tuyaux d'aſpiration, &c. qui tous accélèrent plus ou moins la rapidité de l'air dirigé ſur le feu; ce qui comprend, comme l'on voit, tous les inſtrumens, tous les fourneaux à vent, depuis les grands fourneaux de forges juſqu'à la lampe des émailleurs.

On augmente l'action du feu par ſon volume toutes les fois qu'on accumule une grande quantité de matières combuſtibles, & qu'on en fait rouler la chaleur & la flamme dans des fourneaux de réverbère; ce qui comprend, comme l'on ſait, les fourneaux de nos manufactures de glaces, de cryſtal, de verre, de porcelaine, de poterie, & auſſi ceux où l'on fond tous les métaux & les minéraux, à l'exception

l'exception du fer ; le feu agit ici par ſon volume, & n'a que ſa propre vîteſſe puiſqu'on n'en augmente pas la rapidité, par des ſoufflets ou d'autres inſtrumens qui portent l'air ſur le feu. Il eſt vrai que la forme des *tiſards*, c'eſt-à-dire des ouvertures principales, par où ces fourneaux tirent l'air, contribue à l'attirer plus puiſſamment qu'il ne le feroit en eſpace libre, mais cette augmentation de vîteſſe eſt très-peu conſidérable en comparaiſon de la grande rapidité que lui donnent les ſoufflets ; par ce dernier procédé, on accélère l'action du feu qu'on aiguiſe par l'air autant qu'il eſt poſſible ; par l'autre procédé, on l'augmente en concentrant ſa flamme en grand volume.

Il y a, comme l'on voit, pluſieurs moyens d'augmenter l'action du feu, ſoit qu'on veuille le faire agir par ſa vîteſſe ou par ſon volume ; mais il n'y en a qu'un ſeul par lequel on puiſſe augmenter ſa maſſe, c'eſt de le réunir au foyer d'un miroir ardent. Lorſqu'on reçoit ſur un miroir réfringent ou réflexif les rayons du ſoleil, ou même ceux d'un feu bien allumé, on les réunit dans un eſpace

d'autant moindre que le miroir eſt plus grand & le foyer plus court. Par exemple, avec un miroir de quatre pieds de diamètre & d'un pouce de foyer, il eſt clair que la quantité de lumière ou de feu, qui tombe ſur le miroir de quatre pieds, ſe trouvant réunie dans l'eſpace d'un pouce, ſeroit deux mille trois cents quatre fois plus denſe qu'elle ne l'étoit, ſi toute la matière incidente arrivoit ſans perte à ce foyer. Nous verrons ailleurs ce qui s'en perd effectivement; mais il nous ſuffit ici de faire ſentir que quand même cette perte ſeroit des deux tiers ou des trois quarts, la maſſe du feu concentré au foyer de ce miroir, ſera toujours ſix ou ſept cents fois plus denſe qu'elle ne l'étoit à la ſurface du miroir. Ici, comme dans tous les autres cas, la maſſe accroît par la contraction du volume, & le feu dont on augmente ainſi la denſité, a toutes les propriétés d'une maſſe de matière; car, indépendamment de l'action de la chaleur par laquelle il pénètre les corps, il les pouſſe & les déplace comme le feroit un corps ſolide en mouvement qui en choqueroit un autre. On pourra donc augmenter, par ce moyen, la denſité ou

la maſſe du feu d'autant plus qu'on perfectionnera davantage la conſtruction des miroirs ardens.

Or chacune de ces trois manières d'adminiſtrer le feu & d'en augmenter ou la vîteſſe, ou le volume, ou la maſſe, produit ſur les mêmes ſubſtances des effets ſouvent très-différens; on calcine, par l'un de ces moyens, ce que l'on fond par l'autre; on volatiliſe par le dernier ce qui paroît réfractaire au premier; en ſorte que la même matière donne des réſultats ſi peu ſemblables, qu'on ne peut compter ſur rien, à moins qu'on ne la travaille en même temps ou ſucceſſivement par ces trois moyens ou procédés que nous venons d'indiquer; ce qui eſt une route plus longue, mais la ſeule qui puiſſe nous conduire à la connoiſſance exacte de tous les rapports que les diverſes ſubſtances peuvent avoir avec l'élément du feu. Et de la même manière que je diviſe en trois procédés généraux l'adminiſtration de cet élément, je diviſe de même en trois claſſes toutes les matières que l'on peut ſoumettre à ſon action. Je mets à part, pour un moment, celles qui ſont

purement combuſtibles, & qui proviennent immédiatement des animaux & des végétaux ; & je diviſe toutes les matières minérales en trois claſſes relativement à l'action du feu : la première eſt celle des matières, que cette action, long-temps continuée, rend plus légères, comme le fer ; la ſeconde, celle des matières que cette même action du feu rend plus peſantes, comme le plomb ; & la troiſième claſſe eſt celle des matières ſur leſquelles, comme ſur l'or, cette action du feu ne paroît produire aucun effet ſenſible, puiſqu'elle n'altère point leur peſanteur ; toutes les matières exiſtantes & poſſibles, c'eſt-à-dire, toutes les ſubſtances ſimples & compoſées, ſeront néceſſairement compriſes dans l'une de ces trois claſſes. Ces expériences, par les trois procédés, qui ne ſont pas difficiles à faire, & qui ne demandent que de l'exactitude & du temps, pourroient nous découvrir pluſieurs choſes utiles, & ſeroient très-néceſſaires pour fonder ſur des principes réels la théorie de la chimie ; cette belle ſcience juſqu'à nos jours n'a porté que ſur une nomenclature précaire, & ſur des mots d'autant plus vagues qu'ils ſont plus généraux. Le feu

étant, pour ainſi dire, le ſeul inſtrument de cet art, & ſa nature n'étant point connue, non plus que ſes rapports avec les autres corps, on ne ſait ni ce qu'il y met ni ce qu'il en ôte, on travaille donc à l'aveugle, & l'on ne peut arriver qu'à des réſultats obſcurs que l'on rend encore plus obſcurs en les érigeant en principes. Le phlogiſtique, le minéraliſateur, l'acide, l'alkali, &c. ne ſont que des termes créés par la méthode, dont les définitions ſont adoptées par convention, & ne répondent à aucune idée claire & préciſe, ni même à aucun être réel. Tant que nous ne connoîtrons pas mieux la nature du feu, tant que nous ignorerons ce qu'il ôte ou donne aux matières qu'on ſoumet à ſon action, il ne ſera pas poſſible de prononcer ſur la nature de ces mêmes matières d'parès les opérations de la chymie; puiſque chaque matière à laquelle le feu ôte ou donne quelque choſe, n'eſt plus la ſubſtance ſimple que l'on voudroit connoître, mais une matière compoſée & mêlangée, ou dénaturée & changée par l'addition ou la ſouſtraction d'autres matières que le feu en enlève ou y fait entrer.

Prenons pour exemple de cette addition & de cette soustraction, le pomb & le marbre; par la simple calcination, l'on augmente le poids du plomb de près d'un quart, & l'on diminue celui du marbre de près de moitié; il y a donc un quart de matière inconnue que le feu donne au premier, & une moitié d'autre matière également inconnue qu'il enlève au second. Tous les raisonnemens de la chimie ne nous ont pas démontré jusqu'ici, ce que c'est que cette matière donnée ou enlevée par le feu; & il est évident que lorsqu'on travaille sur le plomb & sur le marbre après leur calcination, ce ne sont plus ces matières simples que l'on traite, mais d'autres matières dénaturées & composées par l'action du feu. Ne seroit-il donc pas nécessaire, avant tout, de procéder d'après les vues que je viens d'indiquer, de voir d'abord sous un même coup d'œil toutes les matières que le feu ne change ni n'altère, ensuite celles que le feu détruit ou diminue, & enfin celles qu'il augmente & compose en s'incorporant avec elles?

Mais examinons de plus près la nature du feu considéré en lui-même. Puisque

c'eſt une ſubſtance matérielle, il doit être ſujet à la loi générale, à laquelle toute matière eſt ſoumiſe, il eſt le moins peſant de tous les corps, mais cependant il pèſe; &, quoique ce que nous avons dit précédemment ſuffiſe pour le prouver évidemment, nous le démontrerons encore par des expériences palpables, & que tout le monde ſera en état de répéter aiſément. On pourroit d'abord ſoupçonner, par la peſanteur réciproque des aſtres, que le feu en grande maſſe eſt peſant ainſi que toute autre matière; car les aſtres qui ſont lumineux comme le ſoleil, dont toute la ſubſtance paroît être de feu, n'en exercent pas moins leur force d'attraction à l'égard des aſtres qui ne le ſont pas : mais nous démontrerons que le feu même en très-petit volume eſt réellement peſant, qu'il obéit comme toute autre matière à la loi générale de la peſanteur, & que par conſéquent il doit avoir, de même, des rapports d'affinités avec les autres corps; en avoir plus ou moins avec telle ou telle ſubſtance, & n'en avoir que peu ou point du tout avec beaucoup d'autres. Toutes celles qu'il rendra plus peſantes comme

le plomb, seront celles avec lesquelles il aura le plus d'affinité, & en le supposant appliqué au même degré & pendant un temps égal, celles de ces matières qui gagneront le plus en pesanteur, seront aussi celles avec lesquelles cette affinité sera la plus grande. Un des effets de cette affinité dans chaque matière, est de retenir la substance même du feu, & de se l'incorporer, & cette incorporation suppose que non-seulement le feu perd sa chaleur & son élasticité, mais même tout son mouvement, puisqu'il se fixe dans ces corps & en devient partie constituante. Il y a donc lieu de croire qu'il en est du feu comme de l'air qui se trouve sous une forme fixe & concrète dans presque tous les corps, & l'on peut espérer qu'à l'exemple du docteur Hales *(p)*, qui a su dégager cet air fixé dans tous les corps & en évaluer la quantité, il viendra quelque

---

(p) Le phosphore qui n'est, pour ainsi dire, qu'une matière ignée, une substance qui conserve & condense le feu, seroit le premier objet des expériences qu'il faudroit faire, pour traiter le feu comme M. Hales a traité l'air, & le premier instrument qu'il faudroit employer pour ce nouvel art.

jour un Physicien habile, qui trouvera les moyens de distraire le feu de toutes les matières où il se trouve sous une forme fixe; mais il faut auparavant faire la table de ces matières, en établissant par l'expérience les différens rapports dans lesquels le feu se combine avec toutes les substances qui lui sont analogues, & se fixe en plus ou moins grande quantité, selon que ces substances ont plus ou moins de force pour le retenir.

Car il est évident que toutes les matières dont la pesanteur augmente par l'action du feu, sont douées d'une force attractive, telle que son effet est supérieur à celui de la force expansive, dont les particules du feu sont animées; puisque celle-ci s'amortit & s'éteint, que son mouvement cesse, & que d'élastiques & fugitives qu'étoient ces particules ignées, elles deviennent fixes, solides & prennent une forme concrète. Ainsi, les matières qui augmentent de poids par le feu comme l'étain, le plomb, les fleurs de zinc, &c. & toutes les autres qu'on pourra découvrir, sont des substances qui, par leur affinité avec le feu, l'attirent & se l'incorporent.

Toutes les matières au contraire, qui, comme le fer, le cuivre, &c. deviennent plus légères à mesure qu'on les calcine, sont des substances dont la force attractive, relativement aux particules ignées, est moindre que la force expansive du feu; & c'est ce qui fait que le feu, au lieu de se fixer dans ces matières, en enlève au contraire, & en chasse les parties les moins liées qui ne peuvent résister à son impulsion. Enfin celles qui, comme l'or, la platine, l'argent, le grès, &c. ne perdent ni n'acquièrent par l'application du feu, & qu'il ne fait, pour ainsi dire, que traverser sans en rien enlever & sans y rien laisser, sont des substances qui, n'ayant aucune affinité avec le feu, & ne pouvant se joindre avec lui, ne peuvent par conséquent ni le retenir ni l'accompagner en se laissant enlever. Il est évident que les matières des deux premières classes, ont avec le feu un certain degré d'affinité, puisque celles de la seconde classe se chargent du feu qu'elles retiennent, & que le feu se charge de celles de la première classe & qu'il les emporte; au lieu que les matères de la troisième classe auxquelles il ne donne ni n'ôte

rien, n'ont aucun rapport d'affinité ou d'attraction avec lui, & ſont, pour ainſi dire, indifférentes à ſon action, qui ne peut ni les dénaturer ni même les altérer.

Cette diviſion de toutes les matières en trois claſſes relatives à l'action du feu, n'exclut pas la diviſion plus particulière & moins abſolue de toutes les matières en deux autres claſſes, qu'on a juſqu'ici regardées comme relatives à leur propre nature, qui, dit-on, eſt toujours vitreſcible ou calcaire. Notre nouvelle diviſion n'eſt qu'un point de vue plus élevé, ſous lequel il faut les conſidérer pour tâcher d'en déduire la connoiſſance même de l'agent qu'on emploie par les différens rapports que le feu peut avoir avec toutes les ſubſtances auxquelles on l'applique; faute de comparer ou de combiner ces rapports, ainſi que les moyens qu'on emploie pour appliquer le feu, je vois qu'on tombe tous les jours dans des contradictions apparentes, & même dans des erreurs très-préjudiciables *(q)*.

(q) Je vais en donner un exemple récent. Deux

On pourroit donc dire, avec les

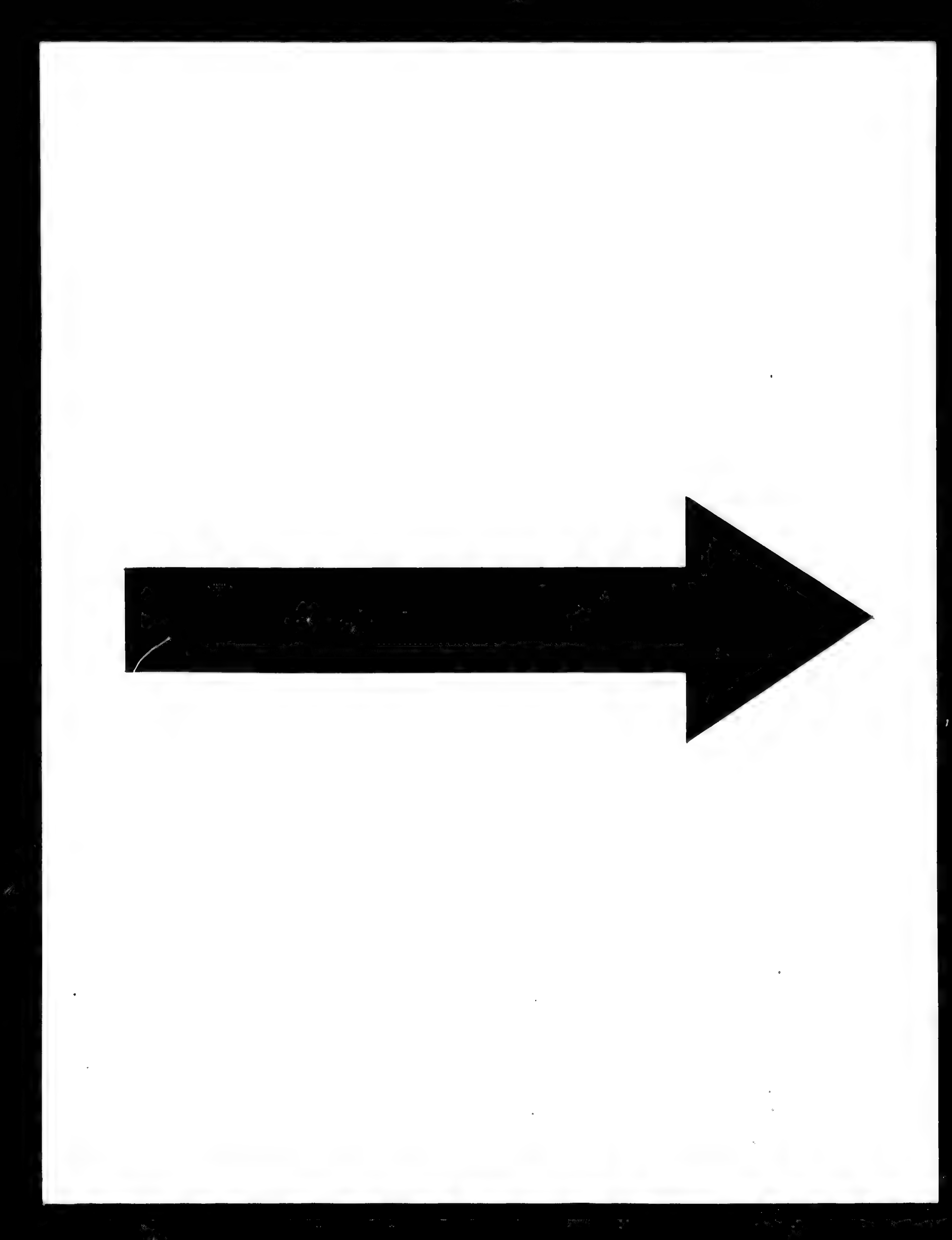
---

habiles Chimistes (M.rs Pott & d'Arcet), ont soumis un grand nombre de substances à l'action du feu; le premier s'est servi d'un fourneau que je suis étonné que le second n'ait point entendu, puisque rien ne m'a paru si clair dans tout l'Ouvrage de M. Pott, & qu'il ne faut qu'un coup-d'œil sur la planche gravée de ce fourneau, pour reconnoître que, par sa construction, il peut, quoique sans soufflets, faire à-peu près autant d'effet que s'il en étoit garni; car, au moyen des longs tuyaux qui sont adaptés au fourneau par le haut & par le bas, l'air y arrive & circule avec une rapidité d'autant plus grande que les tuyaux sont mieux proportionnés: ce sont des soufflets constans, & dont on peut augmenter l'effet à volonté. Cette construction est si bonne & si simple, que je ne puis concevoir que M. d'Arcet dise *que ce fourneau est un problême pour lui..... qu'il est persuadé que M. Pott a dû se servir de soufflets, &c.* tandis qu'il est évident que son fourneau équivaut par sa construction à l'action des soufflets, & que par conséquent il n'avoit pas besoin d'y avoir recours; que d'ailleurs ce fourneau est encore exempt du vice que M. d'Arcet reproche aux soufflets, dont il a raison de dire que *l'action alterne, sans cesse renaissante & expirante, jette du trouble & de l'inégalité sur celle du feu*; ce qui ne peut arriver ici, puisque, par la construction du fourneau, l'on voit évidemment que le renouvellement de l'air est constant, & que son action ne renaît ni n'expire, mais est continue & toujours uniforme: ainsi, M. Pott a employé l'un des moyens dont on se doit servir pour appliquer le feu; c'est-à-dire,

Naturalistes, que tout est vitrescible dans

---

un moyen par lequel, comme par les soufflets, on augmente la vîtesse du feu, en le pressant incessamment par un air toujours renouvelé ; & toutes les fusions qu'il a faites par ce moyen, & dont j'ai répété qu[illegible]es-unes, comme celle du grès, du quartz, &[illegible] très-réelles, quoique M. d'Arcet les nie[illegible]quoi les nie-t-il ? c'est que de son côté, a[illegible]'employer, comme M. Pott, le premier de[illegible]océdés généraux, c'est-à-dire, le feu par sa vîtesse accélérée autant qu'il est possible par le mouvement rapide de l'air; moyen par lequel il eût obtenu les mêmes résultats, il s'est servi du second procédé, & n'a employé que le feu en grand volume dans un fourneau, sans soufflets ou sans équivalent, dans lequel par conséquent le feu ne devoit pas produire les mêmes effets, mais devoit en donner d'autres, que par la même raison le premier procédé ne pouvoit pas produire; ainsi, les contradictions entre les résultats de ces deux habiles Chimistes ne sont qu'apparentes & fondées sur deux erreurs évidentes. La première consiste à croire que le feu le plus violent est celui qui est en plus grand volume ; & la seconde, que l'on doit obtenir du feu violent les mêmes résultats, de quelque manière qu'on l'applique : cependant ces deux idées sont fausses; la considération des vérités contraires est encore une des premières pierres qu'il faudroit poser aux fondemens de la Chimie; car ne seroit-il pas très-nécessaire avant tout, & pour éviter de pareilles contradictions à l'avenir, que les Chimistes ne perdissent pas de vue qu'il y a trois moyens généraux & très-différens l'un de l'autre,



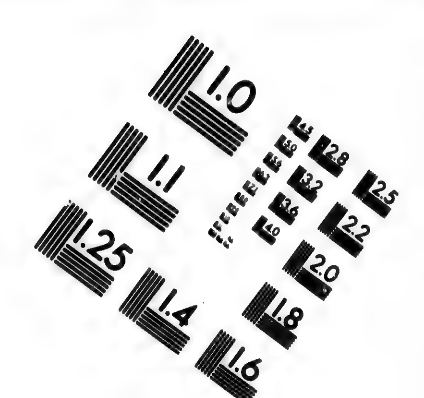
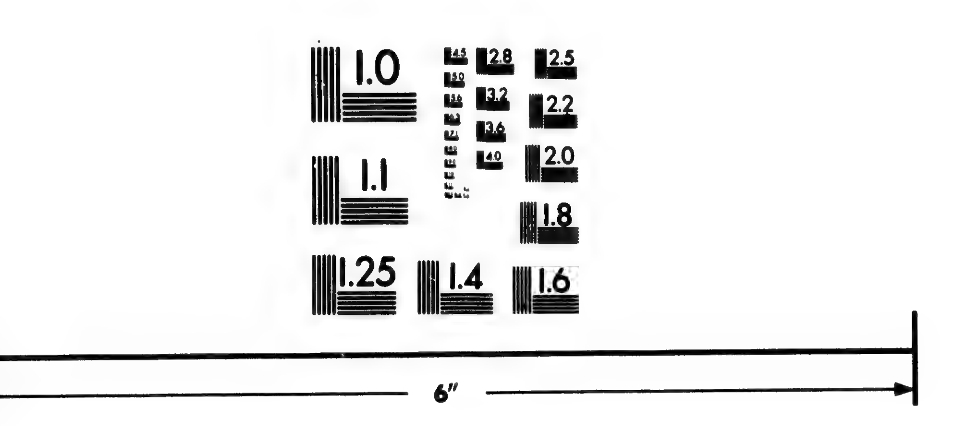
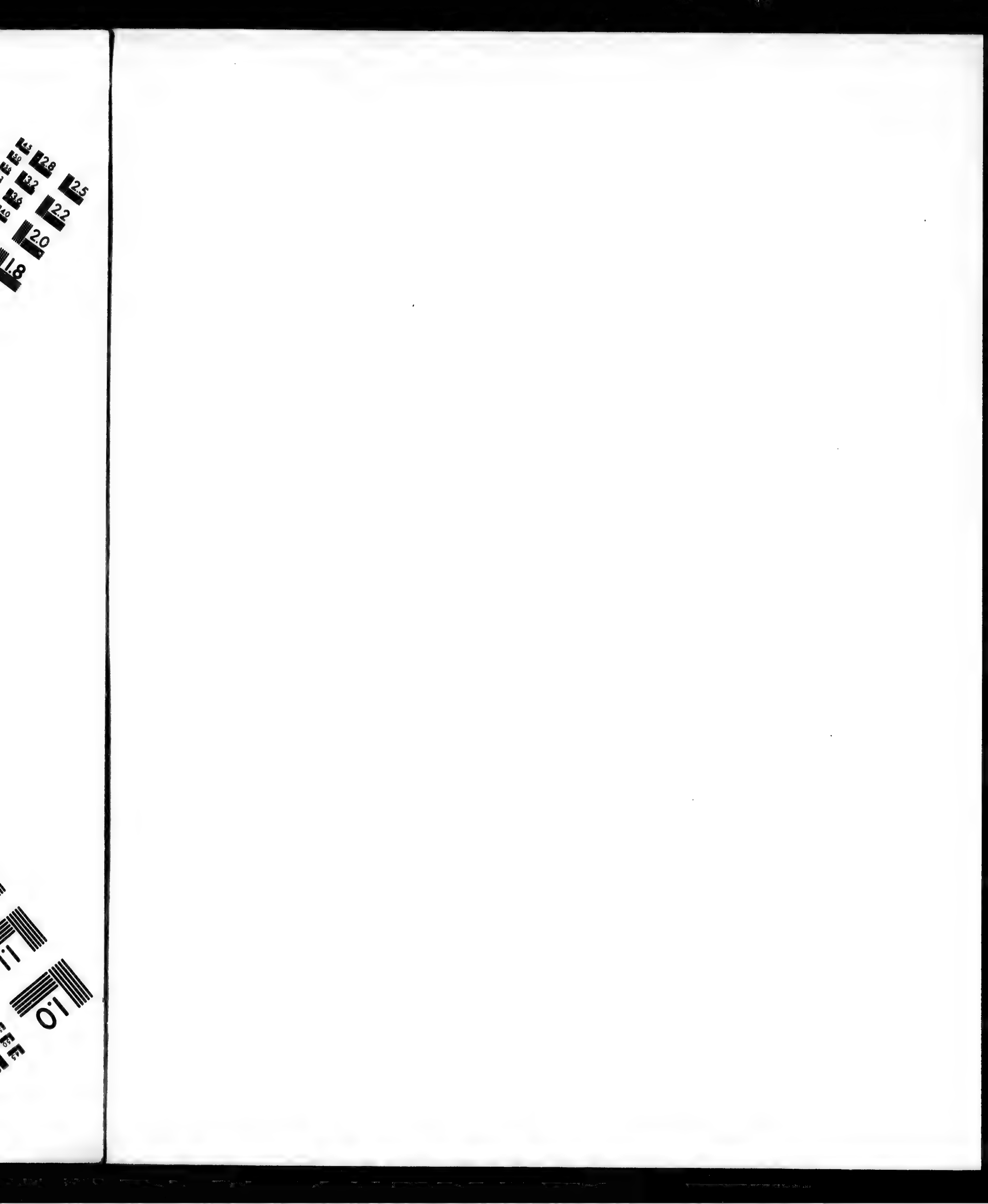


IMAGE EVALUATION TEST TARGET (MT-3)





d'appliquer le feu violent? Le premier, comme je l'ai dit, par lequel on n'emploie qu'un petit volume de feu, mais que l'on agite, aiguise, exalte au plus haut degré par la vitesse de l'air, soit par des soufflets, soit par un fourneau semblable à celui de M. Pott, qui tire l'air avec rapidité : on voit par l'effet de la lampe d'Emailleur qu'avec une quantité de feu presqu'infiniment petite, on fait de plus grands effets en petit que le fourneau de verrerie ne peut en faire en grand. Le second moyen est d'appliquer le feu, non pas en petit, mais en très-grande quantité, comme on le fait dans les fourneaux de porcelaine & de verrerie, où le feu n'est fort que par son volume, où son action est tranquille, & n'est pas exaltée par un renouvellement très-rapide de l'air. Le troisième moyen est d'appliquer le feu en très-petit volume, mais en augmentant sa masse & son intensité au point de le rendre plus fort que par le second moyen, & plus violent que par le premier; & ce moyen de concentrer le feu & d'en augmenter la masse par les miroirs ardens, est encore le plus puissant de tous.

Or chacun de ces trois moyens doit fournir un certain nombre de résultats différens; si, par le premier moyen, on fond & vitrifie telles & telles matières, il est très-possible que, par le second moyen, on ne puisse vitrifier ces mêmes matières, & qu'au contraire on en puisse fondre d'autres qui n'ont pu l'être par le premier moyen; & enfin il est tout aussi possible que, par le troisième moyen, on obtienne encore plusieurs résultats semblables ou différens de ceux qu'ont fournis les deux premiers

calcaire ; que les quartz, les cryſtaux, les

moyens. Dès-lors un Chimiſte qui, comme M. Pott, n'emploie que le premier moyen, doit ſe borner à donner les réſultats fournis par ce moyen, faire, comme il l'a fait, l'énumération des matières qu'il a fondues, mais ne pas prononcer ſur la non-fuſibilité des autres, parce qu'elles peuvent l'être par le ſecond ou le troiſième moyen ; enfin ne pas dire affirmativement & excluſivement, en parlant de ſon fourneau, *qu'en une heure de temps, ou deux au plus, il met en fonte tout ce qui eſt fuſible dans la Nature*. Et, par la même raiſon, un autre Chimiſte qui, comme M. d'Arcet, ne s'eſt ſervi que du ſecond moyen, tombe dans l'erreur, s'il ſe croit en contradiction avec celui qui ne s'eſt ſervi que du premier moyen, & cela parce qu'il n'a pu fondre pluſieurs matières que l'autre a fait couler, & qu'au contraire il a mis en fuſion d'autres matières que le premier n'avoit pu fondre ; car ſi l'un ou l'autre ſe fût aviſé d'employer ſucceſſivement les deux moyens, il auroit bien ſenti qu'il n'étoit point en contradiction avec lui-même & que la différence des réſultats ne provenoit que de la différence des moyens employés. Que réſulte-t-il donc de réel de tout ceci, ſinon qu'il faut ajouter à la liſte des matières fondues par M. Pott, celles de M. d'Arcet, & ſe ſouvenir ſeulement que, pour fondre les premières, il faut le premier moyen ; & le ſecond pour fondre les autres ? Il n'y a par conſéquent aucune contradiction entre les expériences de M. Pott & celles de M. d'Arcet, que je crois également bonnes ; mais tous deux, après cette conciliation, auroient encore tort de conclure qu'ils ont fondu par

pierres précieuses, les cailloux, les grès;

---

ces deux moyens tout ce qui est fusible dans la Nature, puisque l'on peut démontrer que par le troisième moyen, c'est-à-dire, par les miroirs ardens, on fond & vitrifie, on volatilise & même on brûle quelques matières qui leur ont également paru fixes & réfractaires au feu de leurs fourneaux. Je ne m'arrêterai pas sur plusieurs choses de détail, qui cependant mériteroient animadversion, parce qu'il est toujours utile de ne pas laisser germer des idées erronées ou des faits mal vus, & dont on peut tirer de fausses conséquences. M. d'Arcet dit qu'il a remarqué constamment que la flamme fait plus d'effet que le feu de charbon : oui sans doute, si ce feu n'est pas excité par le vent ; mais toutes les fois que le charbon ardent sera vivifié par un air rapide, il y aura de la flamme qui sera plus active, & produira de bien plus grands effets que la flamme tranquille. De même, lorsqu'il dit que les fourneaux donnent de la chaleur en raison de leur épaisseur, cela ne peut être vrai que dans le seul cas où les fourneaux étant supposés égaux, le feu qu'ils contiennent seroit en même temps animé par deux courans d'air, égaux en volume & en rapidité ; la violence du feu dépend presque en entier de cette rapidité du courant de l'air qui l'anime, je puis le démontrer par ma propre expérience : j'ai vu le grès que M. d'Arcet croit infusible couler & se couvrir d'émail par le moyen de deux bons soufflets, mais sans le secours d'aucun fourneau & à feu ouvert. L'effet des fourneaux épais n'est pas d'augmenter la chaleur, mais de la conserver, & ils la conservent d'autant plus long-temps qu'ils sont plus épais.

les granites, porphyres, agates, ardoises, gypses, argiles, les pierres ponces, les laves, les amiantes avec tous les métaux & autres minéraux, sont vitrifiables par le feu de nos fourneaux, ou par celui des miroirs ardens; tandis que les marbres, les albâtres, les pierres, les craies, les marnes, & les autres substances qui proviennent du détriment des coquilles & des madrépores, ne peuvent se réduire en fusion par ces moyens. Cependant je suis persuadé que si l'on vient à bout d'augmenter encore la force des fourneaux, & sur-tout la puissance des miroirs ardens, on arrivera au point de faire fondre ces matières calcaires, qui paroissent être d'une nature différente de celle des autres; puisqu'il y a mille & mille raisons de croire qu'au fond, leur substance est la même, & que le verre est la base commune de toutes les matières terrestres.

Par les expériences que j'ai pu faire moi-même, pour comparer la force du feu selon qu'on emploie, ou sa vîtesse, ou son volume, ou sa masse, j'ai trouvé que le feu des plus grands & des plus puissans fourneaux de verrerie, n'est qu'un

feu foible en comparaison de celui des fourneaux à soufflets, & que le feu produit au foyer d'un bon miroir ardent, est encore plus fort que celui des plus grands fourneaux de forge. J'ai tenu pendant trente-six heures, dans l'endroit le plus chaud du fourneau de Rouelle en Bourgogne, où l'on fait des glaces aussi grandes & aussi belles qu'à Saint-Gobin en Picardie, & où le feu est aussi violent; j'ai tenu, dis-je, pendant trente-six heures à ce feu, de la mine de fer, sans qu'elle se soit fondue, ni agglutinée, ni même altérée en aucune manière; tandis qu'en moins de douze heures cette mine coule en fonte dans les fourneaux de ma forge: ainsi, ce dernier feu est bien supérieur à l'autre. De même j'ai fondu ou valatilisé au miroir ardent plusieurs matières que, ni le feu des fourneaux de réverbère, ni celui des plus puissans soufflets n'avoit pu fondre, & je me suis convaincu que ce dernier moyen est le plus puissant de tous; mais je renvoie à la partie expérimentale de mon ouvrage, le détail de ces expériences importantes, dont je me contente d'indiquer ici le résultat général.

On croit vulgairement que la flamme est la partie la plus chaude du feu, cependant rien n'est plus mal fondé que cette opinion; car on peut démontrer le contraire par les expériences les plus aisées & les plus familières. Présentez à un feu de paille ou même à la flamme d'un fagot qu'on vient d'allumer, un linge pour le sécher ou le chauffer, il vous faudra le double & le triple du temps pour lui donner le degré de sécheresse ou de chaleur que vous lui donnerez en l'exposant à un brasier sans flamme, ou même à un poële bien chaud. La flamme a été très-bien caractérisée par Newton, lorsqu'il l'a définie une fumée brûlante (*flamma est fumus candens*), & cette fumée ou vapeur qui brûle n'a jamais la même quantité, la même intensité de chaleur que le corps combustible duquel elle s'échappe; seulement, en s'élevant & s'étendant au loin, elle a la propriété de communiquer le feu, & de le porter plus loin que ne s'étend la chaleur du brasier, qui seule ne suffiroit pas pour le communiquer même de près.

Cette communication du feu mérite une

attention particulière. J'ai vu, après y avoir réfléchi, que, pour la bien entendre, il falloit s'aider, non-seulement des faits qui paroissent y avoir rapport, mais encore de quelques expériences nouvelles, dont le succès ne me paroît laisser aucun doute sur la manière dont se fait cette opération de la Nature. Qu'on reçoive dans un moule deux ou trois milliers de fer au sortir du fourneau, ce métal perd en peu de temps son incandescence, & cesse d'être rouge, après une heure ou deux, suivant l'épaisseur plus ou moins grande du lingot. Si, dans ce moment qu'il cesse de nous paroître rouge, on le tire du moule, les parties inférieures seront encore rouges, mais perdront cette couleur en peu de temps. Or, tant que le rouge subsiste, on pourra enflammer, allumer les matières combustibles qu'on appliquera sur ce lingot; mais, dès qu'il a perdu cet état d'incandescence, il y a des matières en grand nombre qu'il ne peut plus enflammer; & cependant la chaleur qu'il répand, est peut-être cent fois plus grande que celle d'un feu de paille qui néanmoins communiqueroit l'inflammation à toutes

ces matières; cela m'a fait penser que la flamme étant nécessaire à la communication du feu, il y avoit de la flamme dans toute incandescence: la couleur rouge semble en effet nous l'indiquer; mais, par l'habitude où l'on est de ne regarder comme flamme que cette matière légère qu'agite & qu'emporte l'air, on n'a pas pensé qu'il pouvoit y avoir de la flamme assez dense pour ne pas obéir comme la flamme commune à l'impulsion de l'air; & c'est ce que j'ai voulu vérifier par quelques expériences, en approchant par degrés de ligne & de demi-ligne, des matières combustibles, près de la surface du métal en incandescence & dans l'état qui suit l'incandescence *(r)*.

Je suis donc convaincu que les matières incombustibles & même les plus fixes, telles que l'or & l'argent, sont, dans l'état d'incandescence, environnées d'une flamme dense qui ne s'étend qu'à une très-petite distance, & qui, pour

(r). Voyez le détail de ces expériences dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

ainsi dire, est attachée à leur surface; & je conçois aisément que quand la flamme devient dense à un certain degré, elle cesse d'obéir à la fluctuation de l'air. Cette couleur blanche ou rouge, qui sort de tous les corps en incandescence & vient frapper nos yeux, est l'évaporation de cette flamme dense qui environne le corps en se renouvelant incessamment à sa surface; & la lumière du soleil même n'est-elle pas l'évaporation de cette flamme dense dont brille sa surface avec si grand éclat; cette lumière ne produit-elle pas, lorsqu'on la condense, les mêmes effets que la flamme la plus vive? ne communique-t-elle pas le feu avec autant de promptitude & d'énergie? ne résiste-t-elle pas comme notre flamme dense à l'impulsion de l'air? ne suit-elle pas toujours une route directe, que le mouvement de l'air ne peut ni contrarier ni changer? puisqu'en soufflant, comme je l'ai éprouvé, avec un fort soufflet sur le cône lumineux d'un miroir ardent, on ne diminue point du tout l'action de la lumière dont il est composé, & qu'on doit la regarder comme une

vraie flamme plus pure & plus denſe que toutes les flammes de nos matières combuſtibles.

C'eſt donc par la lumière que le feu ſe communique, & la chaleur ſeule ne peut produire le même effet, que quand elle devient aſſez forte pour être lumineuſe. Les métaux, les cailloux, les grès, les briques, les pierres calcaires, quel que puiſſe être leur degré différent de chaleur, ne pourront enflammer deux corps, que quand ils ſeront devenus lumineux. L'eau elle-même, cet élément deſtructeur du feu, & par lequel ſeul nous pouvons en empêcher la communication, le communique néanmoins, lorſque dans un vaiſſeau bien fermé, tel que celui de la marmite de *Papin* (ſ), on la pénètre d'une aſſez grande quantité de feu pour la rendre lumineuſe, & capable de fondre le plomb & l'étain; tandis que, quand elle n'eſt que

(ſ) Dans le *Digeſteur* de Papin, la chaleur de l'eau eſt portée au point de fondre le plomb & l'étain qu'on y a ſuſpendu avec du fil de fer ou de laiton. *Muſſchenbroek, Eſſais de phyſique, page* 434, cité par M. de Mairan, *Diſſertation ſur la glace, page* 192.

bouillante, loin de propager & de communiquer le feu, elle l'éteint ſur-le-champ. Il eſt vrai que la chaleur ſeule ſuffit pour préparer & diſpoſer les corps combuſtibles à l'inflammation, & les autres à l'incandeſcence ; la chaleur chaſſe des corps toutes les parties humides, c'eſt-à-dire, de l'eau, qui de toutes les matières, eſt celle qui s'oppoſe le plus à l'action du feu ; & ce qui eſt remarquable, c'eſt que cette même chaleur, qui dilate tous les corps, ne laiſſe pas de les durcir, en les ſéchant ; je l'ai reconnu cent fois, en examinant les pierres de mes grands fourneaux, ſur-tout les pierres calcaires, elles prennent une augmentation de dureté, proportionnée au temps qu'elles ont éprouvé la chaleur ; celles, par exemple, des parois extérieures du fourneau, & qui ont reçu ſans interruption, pendant cinq ou ſix mois de ſuite, quatre-vingts ou quatre-vingt-cinq degrés de chaleur conſtante, deviennent ſi dures, qu'on a de la peine à les entamer avec les inſtrumens ordinaires du tailleur de pierres ; on diroit qu'elles ont changé de qualité, quoique néanmoins elles la conſervent à tous autres égards, car ces mêmes

mêmes pierres n'en font pas moins de la chaux comme les autres, lorsqu'on leur applique le degré de feu nécessaire à cette opération.

Ces pierres, devenues dures par la longue chaleur qu'elles ont éprouvée, deviennent en même-temps spécifiquement plus pesantes *(t)*; de-là, j'ai cru devoir tirer une induction qui prouve, & même confirme pleinement, que la chaleur, quoique en apparence, toujours fugitive, & jamais stable dans les corps qu'elle pénètre, & dont elle semble constamment s'efforcer de sortir, y dépose néanmoins d'une manière très-stable, beaucoup de parties qui s'y fixent, & remplacent en quantité, même plus grande, les parties aqueuses & autres qu'elle en a chassées. Mais ce qui paroît contraire, ou du-moins très-difficile à concilier ici, c'est que cette même pierre calcaire qui devient spécifiquement plus pesante par l'action d'une chaleur modérée long-temps continuée, devient tout-à-coup plus légère de près

(t) Voyez sur cela les expériences dont je rends compte dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

d'une moitié de ſon poids, dès qu'on la ſoumet au grand feu néceſſaire à ſa calcination, & qu'elle perd en même temps, non-ſeulement toute la dureté qu'elle avoit acquiſe par l'action de la ſimple chaleur, mais même ſa dureté naturelle, c'eſt-à-dire, la cohérence de ſes parties conſtituantes; effet ſingulier, dont je renvoie l'explication à l'article ſuivant, où je traiterai de l'air, de l'eau & de la terre, parce qu'il me paroît tenir encore plus à la nature de ces trois élémens, qu'à celle de l'élément du feu.

Mais c'eſt ici le lieu de parler de la calcination priſe généralement, elle eſt pour les corps fixes & incombuſtibles, ce qu'eſt la combuſtion pour les matières volatiles & inflammables; la calcination a beſoin, comme la combuſtion, du ſecours de l'air, elle s'opère d'autant plus vîte, qu'on lui fournit une plus grande quantité d'air; ſans cela, le feu le plus violent ne peut rien calciner, rien enflammer que les matières qui contiennent en elles-mêmes, & qui fourniſſent, à meſure qu'elles brûlent ou ſe calcinent, tout l'air néceſſaire à la combuſtion ou à la calcination des ſubſtances avec leſquelles on les mêle. Cette néceſſité

du concours de l'air dans la calcination, comme dans la combuſtion, indique qu'il y a plus de choſes communes entr'elles qu'on ne l'a ſoupçonné. L'application du feu eſt le principe de toutes deux, celle de l'air en eſt la cauſe ſeconde, & preſque auſſi néceſſaire que la première; mais ces deux cauſes ſe combinent inégalement, ſelon qu'elles agiſſent en plus ou moins de temps, avec plus ou moins de force ſur des ſubſtances différentes; il faut, pour en raiſonner juſte, ſe rappeller les effets de la calcination, & les comparer entr'eux, & avec ceux de la combuſtion.

La combuſtion s'opère promptement, & quelquefois ſe fait en un inſtant, la calcination eſt toujours plus lente, & quelquefois ſi longue qu'on la croit impoſſible : à meſure que les matières ſont plus inflammables, & qu'on leur fournit plus d'air, la combuſtion s'en fait avec plus de rapidité; & par la raiſon inverſe, à meſure que les matières ſont plus incombuſtibles, la calcination s'en fait avec plus de lenteur. Et lorſque les parties conſtituantes d'une ſubſtance telle que l'or, ſont non-ſeulement incombuſtibles,

mais paroissent si fixes qu'on ne peut les volatiliser, la calcination ne produit aucun effet, quelque violente qu'elle puisse être. On doit donc considérer la calcination & la combustion, comme des effets du même ordre, dont les deux extrêmes nous sont désignés par le phosphore, qui est le plus inflammable de tous les corps, & par l'or, qui de tous est le plus fixe & le moins combustible; toutes les substances comprises entre ces deux extrêmes, seront plus ou moins sujettes aux effets de la combustion ou de la calcination, selon qu'elles s'approcheront plus ou moins de ces deux extrêmes : de sorte que, dans les points milieux, il se trouvera des substances, qui éprouveront au feu combustion & calcination en degré presque égal; d'où nous pouvons conclure, sans craindre de nous tromper, que toute calcination est toujours accompagnée d'un peu de combustion, & que de même toute combustion est accompagnée d'un peu de calcination. Les cendres & les autres résidus des matières les plus combustibles, ne démontrent-ils pas que le feu a calciné toutes les parties qu'il n'a pas brûlées, & que par conséquent un

peu de calcination se trouve ici avec beaucoup de combustion ? La petite flamme, qui s'élève de la plupart des matières qu'on calcine, ne démontre-t-elle pas de même, qu'il s'y fait un peu de combustion ? ainsi, nous ne devons pas séparer ces deux effets, si nous voulons bien saisir les résultats de l'action du feu sur les différentes substances auxquelles on l'applique.

Mais, dira-t-on, la combustion détruit les corps, ou du-moins en diminue toujours le volume ou la masse, en raison de la quantité de matière qu'elle enlève ou consume ; la calcination fait souvent le contraire, & augmente la pesanteur d'un grand nombre de manières ; doit-on dès-lors considérer ces deux effets, dont les résultats sont si contraires, comme des effets du même ordre ? L'objection paroît fondée, & mérite réponse, d'autant que c'est ici le point le plus difficile de la question. Je crois néanmoins pouvoir y satisfaire pleinement. Considérons pour cela une matière dans laquelle nous supposerons moitié de parties fixes, & moitié de parties volatiles ou combustibles ;

il arrivera, par l'application du feu, que toutes ces parties, volatiles ou combustibles, seront enlevées ou brûlées, & par conséquent, séparées de la masse totale; dès-lors cette masse, ou quantité de matière, se trouvera diminuée de moitié, comme nous le voyons dans les pierres calcaires qui perdent au feu, près de la moitié de leur poids. Mais si l'on continue à appliquer le feu pendant un très-long-temps à cette moitié, toute composée de parties fines, n'est-il pas facile de concevoir que toute combustion, toute volatilisation étant cessées, cette matière, au-lieu de continuer à perdre de sa masse, doit au contraire en acquérir aux dépens de l'air & du feu, dont on ne cesse de la pénétrer; & celles qui, comme le plomb, ne perdent rien, mais gagnent par l'application du feu, sont des matières déja calcinées, préparées par la Nature au degré où la combustion a cessé, & susceptibles, par conséquent, d'augmenter de pesanteur, dès les premiers instans de l'application du feu? Nous avons vu que la lumière s'amortit, & s'éteint à la surface de tous les corps qui ne la réfléchissent pas; nous avons vu que la chaleur, par sa longue résidence,

ſe fixe en partie dans les matières qu'elle pénètre ; nous ſavons que l'air, preſque auſſi néceſſaire à la calcination qu'à la combuſtion, & toujours d'autant plus nécéſſaire à la calcination que les matières ont plus de fixité, ſe fixe lui-même dans l'intérieur des corps, & en devient partie conſtituante ; dès-lors n'eſt-il pas très-naturel de penſer que cette augmentation de peſanteur ne vient que de l'addition des particules de lumière, de chaleur & d'air qui ſe ſont enfin fixées & unies à une matière, contre laquelle elles ont fait tant d'efforts, ſans pouvoir ni l'enlever, ni la brûler ? cela eſt ſi vrai, que quand on leur préſente enſuite une ſubſtance combuſtible avec laquelle elles ont bien plus d'analogie, ou plutôt de conformité de nature, elles s'en ſaiſiſſent avidement, quittent la matière fixe à laquelle elles n'étoient, pour ainſi dire, attachées que par force, reprennent, par conſéquent, leur mouvement naturel, leur élaſticité, leur volatilité, & partent toutes avec la matière combuſtible, à laquelle elles viennent de ſe joindre. Dès-lors le métal ou la matière calcinée, à laquelle vous

avez rendu ces parties volatiles qu'elle avoit perdues par sa combustion, reprend sa première forme, & sa pesanteur se trouve diminuée de toute la quantité des particules de feu & d'air qui s'étoient fixées, & qui viennent d'être enlevées par cette nouvelle combustion. Tout cela s'opère par la seule loi des affinités; & après ce qui vient d'être dit, il me semble qu'il n'y a pas plus de difficulté à concevoir comment la chaux d'un métal se réduit, que d'entendre comment il se précipite en dissolution; la cause est la même & les effets sont pareils. Un métal dissous par un acide, se précipite lorsqu'on présente à cet article une autre substance avec laquelle il a plus d'affinité, qu'avec le métal, l'acide le quitte alors & le laisse tomber; de même ce métal calciné, c'est-à-dire, chargé de parties d'air, de chaleur & de feu, qui s'étant fixées, le tiennent sous la forme d'une chaux, se précipitera, ou, si l'on veut, se réduira lorsqu'on présentera à ce feu & à cet air fixés, des matières combustibles, avec lesquelles ils ont bien plus d'affinité qu'avec le métal, qui reprendra sa première forme, dès qu'il sera débarrassé de cet air

& de ce feu ſuperflus, & qu'il aura repris, aux dépens des matières combuſtibles qu'on lui préſente, les parties volatiles qu'il avoit perdues.

Cette explication me paroît ſi ſimple & ſi claire, que je ne vois pas ce qu'on peut y oppoſer. L'obſcurité de la chymie vient en grande partie de ce qu'on en a peu généraliſé les principes, & qu'on ne les a pas réunis à ceux de la haute phyſique. Les Chymiſtes ont adopté les affinités ſans les comprendre, c'eſt-à-dire, ſans entendre le rapport de la cauſe à l'effet, qui néanmoins n'eſt autre que celui de l'attraction univerſelle; ils ont créé leur phlogiſtique, ſans ſavoir ce que c'eſt, & cependant c'eſt de l'air & du feu fixes; ils ont formé, à meſure qu'ils en ont eu beſoin, des êtres idéaux, des *minéraliſateurs*, des *terres mercurielles*, des noms, des termes d'autant plus vagues, que l'acception en eſt plus générale. J'oſe dire que M. Macquer *(u)* & M. de Morveaux *(x)*, ſont les premiers de nos

---

(u) Dictionnaire de Chymie. *Paris*, 1766.

(x) Digreſſions académiques. *Dijon*, 1772.

Chymiftes qui aient commencé à parler françois *(y)*. Cette fcience va donc naître, puifqu'on commence à la parler; & on la parlera d'autant mieux, on l'entendra d'autant plus aifément, qu'on en bannira le plus de mots techniques, qu'on renoncera de meilleure foi à tous ces petits principes fecondaires tirés de la méthode qu'on s'occupera davantage de les déduire des principes généraux de la mécanique rationnelle, qu'on cherchera avec plus de foin à les ramener aux loix de la Nature, & qu'on facrifiera plus volontiers la commodité d'expliquer d'une manière précaire & felon l'art, les phénomènes de la compofition ou de la décompofition des fubftances à la difficulté de les préfenter pour tels qu'ils font, c'eft-à-dire, pour des effets particuliers dépendans d'effets plus généraux, qui font les feules vraies

(y) Dans le moment même qu'on imprime ces feuilles, paroît l'Ouvrage de M. Baumé, qui a pour titre, *Chymie expérimentale & raifonnée*. L'Auteur, non-feulement y parle une langue intelligible, mais il s'y montre par-tout auffi bon Phyficien que grand Chymifte, & j'ai eu la fatisfaction de voir que quelques-unes de fes idées générales s'accordent avec les miennes.

causes, les seuls principes réels auxquels on doive s'attacher, si l'on veut avancer la science de la philosophie naturelle.

Je crois avoir démontré *(z)* que toutes les petites loix des affinités chymiques, qui paroissent si variables, si différentes entr'elles, ne sont cependant pas autres que la loi générale de l'attraction commune à toute la matière; que cette grande loi, toujours constante, toujours la même, ne paroît varier que par son expression, qui ne peut pas être la même, lorsque la figure des corps entre comme un élément dans leur distance. Avec cette nouvelle clef, on pourra scruter les secrets les plus profonds de la Nature, on pourra parvenir à connoître la figure des parties primitives des différentes substances; assigner les loix & les degrés de leurs affinités; déterminer les formes qu'elles prendront en se réunissant, &c. Je crois de même avoir fait entendre comme l'impulsion dépend de l'attraction, & que, quoiqu'on puisse la considérer comme une force différente,

---

(z) Voyez, dans cet Ouvrage, l'article qui a pour titre, *de la Nature, seconde vue.*

elle n'eſt néanmoins qu'un effet particulier de cette force unique & générale. J'ai préſenté la communication du mouvement comme impoſſible, autrement que par le reſſort, d'où j'ai conclu que tous les corps de la Nature ſont plus ou moins élaſtiques, & qu'il n'y en a aucun qui ſoit parfaitement dur, c'eſt-à-dire, entièrement privé de reſſort, puiſque tous ſont ſuſceptibles de recevoir du mouvement. J'ai tâché de faire connoître comment cette force unique pouvoit changer de direction, & d'attractive, devenir tout-à-coup répulſive. Et de ces grands principes, qui tous ſont fondés ſur la mécanique rationelle, j'ai eſſayé de déduire les principales opérations de la Nature, telle que la production de la lumière, de la chaleur, du feu & de leur action ſur les différentes ſubſtances : ce dernier objet, qui nous intéreſſe le plus, eſt un champ vaſte, dont le défrichement ſuppoſe plus d'un ſiècle, & dont je n'ai pu cultiver qu'un eſpace médiocre, en remettant à des mains plus habiles ou plus laborieuſes, les inſtrumens dont je me ſuis ſervi. Ces inſtrumens ſont les trois moyens d'employer le feu par ſa vîteſſe, par ſon volume & par ſa maſſe,

en l'appliquant concurremment aux trois claſſes des ſubſtances, qui toutes, ou perdent, ou gagnent, ou ne perdent ni ne gagnent par l'application du feu. Les expériences que j'ai faites ſur le refroidiſſement des corps, ſur la peſanteur réelle du feu, ſur la nature de la flamme, ſur le progrès de la chaleur, ſur ſa communication, ſa déperdition, ſa concentration, ſur ſa violente action ſans flamme, &c. ſont encore autant d'inſtrumens, qui épargneront beaucoup de travail à ceux qui voudront s'en ſervir, & produiront une très-ample moiſſon de connoiſſances utiles.



DES ÉLÉMENS.

SECONDE PARTIE.

De l'Air, de l'Eau & de la Terre.

Nous avons vu que l'air est l'adminicule nécessaire & le premier aliment du feu, qui ne peut ni subsister, ni se propager, ni s'augmenter, qu'autant qu'il se l'assimile, le consomme ou l'emporte; tandis que de toutes les substances matérielles, l'air est au-contraire celle qui paroît exister le plus indépendamment, & subsister le plus aisément, le plus constamment sans le secours ou la présence du feu; car, quoiqu'il ait habituellement la même chaleur à-peu-près que les autres matières, à la surface de la terre, il pourroit s'en passer, & il lui en faut infiniment moins qu'à toute autre, pour entretenir sa fluidité, puisque les froids les plus excessifs, soit naturels, soit artificiels, ne lui

font rien perdre de sa nature ; que les condensations les plus fortes ne sont pas capables de rompre son ressort ; que le feu actif, ou plutôt actuellement en exercice sur les matières combustibles, est le seul agent qui puisse altérer sa nature, en le raréfiant, c'est-à-dire, en affoiblissant, en étendant son ressort jusqu'au point de le rendre sans effet, & de détruire ainsi son élasticité. Dans cet état de trop grande expansion & d'affoiblissement extrême de son ressort, & dans toutes les nuances qui précèdent cet état, l'air est capable de reprendre son élasticité, à mesure que les vapeurs des matières combustibles, qui l'avoient affoiblie, s'évaporeront & s'en sépareront. Mais si le ressort a été totalement affoibli, & si prodigieusement étendu, qu'il ne puisse plus se resserrer, ni se restituer, ayant perdu toute sa puissance élastique, l'air de volatil qu'il étoit auparavant, devient une substance fixe, qui s'incorpore avec les autres substances, & fait dès-lors partie constituante de toutes celles auxquelles il s'unit par le contact, ou dans lesquelles il pénètre à l'aide de la chaleur. Sous cette nouvelle forme, il ne peut plus abandonner le feu, que pour

s'unir comme matière fixe à d'autres matières fixes ; & s'il en reſte quelques parties inſéparables du feu, elles ſont dès-lors portion de cet élément, elles lui ſervent de baſe, & ſe dépoſent avec lui, dans les ſubſtances qu'ils échauffent & pénètrent enſemble. Cet effet, qui ſe manifeſte dans toutes les calcinations, eſt d'autant plus ſûr & d'autant plus ſenſible, que la chaleur eſt appliquée plus long-temps ; la combuſtion ne demande que peu de temps pour ſe faire même complétement, au lieu que toute calcination ſuppoſe beaucoup de temps ; il faut, pour l'accélérer, amener à la ſurface, c'eſt-à-dire, préſenter ſucceſſivement à l'air, les matières que l'on veut calciner, il faut les fondre ou les diviſer en parties impalpables, pour qu'elles offrent à cet air plus de ſuperficie ; il faut même ſe ſervir de ſoufflets, moins pour augmenter l'ardeur du feu, que pour établir un courant d'air ſur la ſurface des matières, ſi l'on veut preſſer leur calcination ; &, pour la compléter avec tous ces moyens, il faut ſouvent beaucoup de temps *(a)*; d'où l'on doit conclure

(a) Je ne ſais ſi l'on ne calcineroit pas l'or,

qu'il faut aussi une assez longue résidence de l'air devenu fixe dans les substances terrestres, pour qu'il s'établisse à demeure sous cette nouvelle forme.

Mais il n'est pas nécessaire que le feu soit violent, pour faire perdre à l'air son élasticité; le plus petit feu, & même une chaleur très-médiocre, dès qu'elle est immédiatement & constamment appliquée sur une petite quantité d'air, suffisent pour en détruire le ressort, & pour que cet air sans ressort se fixe ensuite dans les corps, il ne faut qu'un peu plus ou un peu moins de temps, selon le plus ou moins d'affinité qu'il peut avoir sous cette nouvelle forme, avec les matières auxquelles il s'unit. La chaleur du corps des

---

non pas en le tenant comme Boyle ou Kunkel, pendant un très-long temps, dans un fourneau de verrerie, où la vîtesse de l'air n'est pas grande, mais en le mettant près de la tuyère d'un bon fourneau à vent, & le tenant en fusion dans un vaisseau ouvert, où l'on plongeroit une petite spatule, qu'on ajusteroit de manière qu'elle tourneroit incessamment & remueroit continuellement l'or en fusion; car il n'y a pas de comparaison entre la force de ces feux, parce que l'air est ici bien plus accéléré que dans les fourneaux de verrerie.

animaux, & même des végétaux, eſt encore aſſez puiſſante pour produire cet effet : les degrés de chaleur ſont différens dans les différens genres d'animaux, & à commencer par les oiſeaux, qui ſont les plus chauds de tous, on paſſe ſucceſſivement aux quadrupèdes, à l'homme, aux cétacées qui le ſont moins ; aux reptiles, aux poiſſons, aux inſectes qui le ſont beaucoup moins ; & enfin aux végétaux, dont la chaleur eſt ſi petite qu'elle a paru nulle aux Obſervateurs *(b)* ; quoiqu'elle ſoit très-réelle, & qu'elle ſurpaſſe en hiver, celle de l'athmoſphère. J'ai obſervé, ſur un grand nombre de gros arbres coupés dans un temps froid, que leur intérieur étoit

---

(b) « Dans toutes les expériences que j'ai tentées » (dit le docteur Martine), je n'ai pu découvrir » qu'aucun des végétaux acquît en vertu du principe » de vie, un degré de chaleur ſupérieur à celui du » milieu environnant, & qui pût être diſtingué ; » au contraire, tous les animaux, quelque peu que » leur vie ſoit animée, ont un degré de chaleur plus » conſidérable que celui de l'air ou de l'eau où ils vivent. » *Eſſais ſur les thermomètres, article XXXVII, édition in-12. Paris,* 1751. — « On ne découvre au » toucher aucun degré de chaleur dans les plantes, » ſoit dans leurs larmes, ſoit dans le cœur de leur tige. » *Bacon, nov. Organ.* II, 12.

très-sensiblement chaud, & que cette chaleur duroit pendant plusieurs minutes après leur abattage : ce n'est pas le mouvement violent de la coignée, ou le frottement brusque & réitéré de la scie, qui produisent seuls cette chaleur ; car en fendant ensuite ce bois avec des coins, j'ai vu qu'il étoit chaud à deux ou trois pieds de distance de l'endroit où l'on avoit placé les coins, & que par conséquent il avoit un degré de chaleur assez sensible dans tout son intérieur. Cette chaleur n'est que très-médiocre, tant que l'arbre est jeune, & qu'il se porte bien ; mais, dès qu'il commence à vieillir, le cœur s'échauffe par la fermentation de la sève, qui n'y circule plus avec la même liberté ; cette partie du centre prend en s'échauffant une teinte rouge, qui est le premier indice du dépérissement de l'arbre & de la désorganisation du bois ; j'en ai manié des morceaux dans cet état, qui étoient aussi chauds que si on les eût fait chauffer au feu. Si les Observateurs n'ont pas trouvé qu'il y eût aucune différence entre la température de l'air & la chaleur des végétaux, c'est qu'ils ont fait leurs observations en mauvaise saison, & qu'ils n'ont

pas fait attention qu'en été la chaleur de l'air eſt auſſi grande & plus grande que celle de l'intérieur d'un arbre ; tandis qu'en hiver, c'eſt tout le contraire : ils ne ſe ſont pas ſouvenus que les racines ont conſtamment au-moins le degré de chaleur de la terre qui les environne, & que cette chaleur de l'intérieur de la terre, eſt pendant tout l'hiver conſidérablement plus grande que celle de l'air & de la ſurface de la terre refroidie par l'air : ils ne ſe ſont pas rappellé que les rayons du ſoleil tombant trop vivement ſur les feuilles & ſur les autres parties délicates des végétaux, non-ſeulement les échauffent, mais les brûlent ; qu'ils échauffent de même à un très-grand degré l'écorce & le bois dont ils pénètrent la ſurface dans laquelle ils s'amortiſſent & ſe fixent : ils n'ont pas penſé que le mouvement ſeul de la sève, déja chaude, eſt une cauſe néceſſaire de chaleur, & que ce mouvement venant à augmenter par l'action du ſoleil ou d'une autre chaleur extérieure, celle des végétaux doit être d'autant plus grande, que le mouvement de leur sève eſt plus accéléré, &c. Je n'inſiſte ſi long-temps ſur ce point qu'à

cause de son importance, l'uniformité du plan de la Nature seroit violée, si, ayant accordé à tous les animaux un degré de chaleur supérieur à celui des matières brutes, elle l'avoit refusé aux végétaux qui, comme les animaux, ont leur espèce de vie.

Mais ici l'air contribue encore à la chaleur animale & vitale, comme nous avons vu plus haut qu'il contribuoit à l'action du feu dans la combustion & la calcination des matières combustibles & calcinables. Les animaux qui ont des poumons, & qui par conséquent respirent l'air, ont toujours plus de chaleur que ceux qui en sont privés; & plus la surface intérieure des poumons est étendue & ramifiée en plus grand nombre de cellules ou bronches, plus, en un mot, elle présente de superficie à l'air que l'animal tire par l'inspiration, plus aussi son sang devient chaud, & plus il communique de chaleur à toutes les parties du corps qu'il abreuve ou nourrit; & cette proportion a lieu dans tous les animaux connus. Les oiseaux ont, relativement au volume de leur corps, les poumons considérablement plus étendus

que l'homme ou les quadrupèdes ; les reptiles, même ceux qui ont de la voix, comme les grenouilles, n'ont, au lieu de poumons, qu'une simple vessie ; les insectes, qui n'ont que peu ou point de sang, ne pompent l'air que par quelques trachées, &c. Aussi en prenant le degré de la température de la terre pour terme de comparaison, j'ai vu que cette chaleur étant supposée de 10 degrés, celle des oiseaux étoit de près de 33 degrés, celle de quelques quadrupèdes de plus de 31 $\frac{1}{2}$ degrés, celle de l'homme de 30 $\frac{1}{2}$ ou 31 *(c)*, tandis que celle des grenouilles

(c) « A mon thermomètre (dit le docteur Martine), où le terme de la congélation est marqué » 32, j'ai trouvé que ma peau, par-tout où elle » étoit bien couverte, élevoit le mercure aux degrés » 96 ou 97 . . . . que l'urine nouvellement rendue » & reçue dans un vase de la même température » qu'elle, est à peine d'un degré plus chaude que » la peau, & nous pouvons supposer qu'elle est à-» peu-près au degré des viscères voisins. . . . . Dans » les quadrupèdes ordinaires, tels que les chiens, » les chats, les brebis, les bœufs, les cochons, &c. » la chaleur de la peau élève le thermomètre 4 ou » 5 degrés plus haut que dans l'homme, & le » porte aux degrés 100, 101, 102 ; & dans quel-» ques-uns au degré 103, ou même un peu plus » haut. . . . . La chaleur des cétacées est égale à

n'est que de 15 ou 16, celle des poissons

---

celle des quadrupèdes. . . . . J'ai trouvé que la « chaleur de la peau de veau marin étoit proche « du degré 102, & celle de la cavité de l'abdo- « men environ un degré plus haut. . . . Les oiseaux « sont les plus chauds de tous les animaux, & « surpassent de 3 ou 4 degrés les quadrupèdes, « suivant l'expérience que j'en ai faite moi-même « sur les canards, les oies, les poules, les pigeons, « les perdrix, les hirondelles; la boule du thermo- « mètre placée entre leurs cuisses, le mercure s'éle- « voit aux degrés 103, 104, 105, 106, 107. » Le même Observateur a reconnu que les chenilles n'avoient que très-peu de chaleur, environ 2 ou 3 degrés au-dessus de l'air dans lequel elles vivent. « Ainsi, dit-il, la classe des animaux froids est formée par toute la famille des insectes, hormis les « abeilles, qui font une exception singulière * . . . . « » J'ai trouvé, par des expériences fréquentes, que » la chaleur d'un essaim d'abeilles élevoit le thermo-

* *Nota.* Je ne sais pas s'il faut faire une exception pour les abeilles, comme l'ont fait la plupart de nos Observateurs, qui prétendent que ces mouches ont autant de chaleur que les animaux qui respirent, parce que leur ruche est aussi chaude que le corps de ces animaux : il me semble que cette chaleur de l'intérieur de la ruche n'est point du tout la chaleur de chaque abeille ; mais la somme totale de la chaleur qui s'évapore des corps de neuf ou dix mille individus réunis dans cet espace où leur mouvement continuel doit l'augmenter encore, & en divisant cette somme générale de chaleur par la quantité particulière de chaleur qui s'évapore de chaque individu, on trouveroit peut-être que l'abeille n'a pas plus de chaleur qu'une autre mouche.

& des insectes de 11 ou 12, c'est-à-dire, la moindre de toutes, & à très-peu-près la même que celle des végétaux. Ainsi, le degré de chaleur dans l'homme & dans les animaux, dépend de la force

---

» mètre qui en étoit entouré au degré 97, chaleur » qui ne le cède point à la nôtre. La chaleur des » autres animaux d'une vie foible excède peu la » chaleur du milieu environnant, à peine distingue- » t-on quelque différence dans les moules & dans » les huîtres, très-peu dans les carrelets, les merlans, » les merlus, & autres poissons à ouïes, qui m'ont » tous paru avoir à peine un degré de plus que » l'eau de mer dans laquelle ils vivoient, & qui » étoit lors de mon observation au degré 41. Enfin » il n'y en a guère plus dans les poissons de » rivière, & quelques truites que j'ai examinées, » étoient au degré 62, pendant que l'eau de la » rivière étoit au degré 61.... Suivant le résultat » de plusieurs expériences, j'ai trouvé que les li- » maçons étoient de 2 degrés plus chauds que l'air. » Les grenouilles & les tortues de terre, n'ont paru » avoir quelque chose de plus, & environ 5 degrés » de plus que l'air qu'elles respiroient...... J'ai » aussi examiné la chaleur d'une carpe & celle » d'une anguille, & j'ai trouvé qu'elles excédoient à » peine la chaleur de l'eau où ces poissons vivoient, & qui étoient au degré 54. » *Essais sur les thermomètres, articles* 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46 & 47.

&

& de l'étendue des poumons : ce sont les soufflets de la machine animale, ils en entretiennent & augmentent le feu selon qu'ils sont plus ou moins puissans, & que leur mouvement est plus ou moins prompt. La seule difficulté est de concevoir comment ces espèces de soufflets (dont la construction est aussi supérieure à celle de nos soufflets d'usage que la Nature est au-dessus de nos arts), peuvent porter l'air sur le feu qui nous anime; feu dont le foyer paroît assez indéterminé, feu qu'on n'a pas même voulu qualifier de ce nom, parce qu'il est sans flamme, sans fumée apparente, & que sa chaleur n'est que très-médiocre & assez uniforme. Cependant si l'on considère que la chaleur & le feu sont des effets & même des élémens du même ordre; si l'on se rappelle que la chaleur raréfie l'air, & qu'en étendant son ressort elle peut l'affoiblir au point de le rendre sans effet, on pourra penser que cet air tiré par nos poumons s'y raréfiant beaucoup, doit perdre son ressort dans les bronches & dans les petites vésicules où il ne peut pénétrer qu'en très-petit volume, & en bulles dont le ressort,

déjà très-étendu, sera bientôt détruit par la chaleur du sang artériel & veineux: car ces vaisseaux du sang ne sont séparés des vésicules pulmonaires qui reçoivent l'air, que par des cloisons si minces, qu'elles laissent aisément passer cet air dans le sang, où il ne peut manquer de produire le même effet que sur le feu commun; parce que le degré de chaleur de ce sang, est plus que suffisant pour détruire en entier l'élasticité des particules d'air, les fixer & les entraîner sous cette nouvelle forme dans toutes les voies de la circulation. Le feu du corps animal ne diffère du feu commun que du moins au plus, le degré de chaleur est moindre; dès-lors il n'y a point de flamme, parce que les vapeurs qui s'élèvent & qui représentent la fumée de ce feu, n'ont pas assez de chaleur pour s'enflammer ou devenir ardentes, & qu'étant d'ailleurs mêlées de beaucoup de parties humides qu'elles enlèvent avec elles, ces vapeurs ou cette fumée ne peuvent ni s'allumer ni brûler *(d)*, tous les autres effets sont

(d) J'ai fait une grande expérience au sujet de l'inflammation de la fumée. J'ai rempli de charbon

absolument les mêmes ; la respiration

---

sec & conservé à couvert depuis plus de six mois, deux de mes fourneaux, qui ont également quatorze pieds de hauteur, & qui ne diffèrent dans leur construction que par les proportions des dimensions en largeur, le premier contenant juste un tiers de plus que le second. J'ai rempli l'un avec douze cents livres de ce charbon, & l'autre avec huit cents livres, & j'ai adapté au plus grand un tuyau d'aspiration, construit avec un chassis de fer, garni de tôle, qui avoit treize pouces en quarré sur dix pieds de hauteur ; je lui avois donné treize pouces sur les quatre côtés, pour qu'il remplît exactement l'ouverture supérieure du fourneau, qui étoit quarrée, & qui avoit treize pouces ½ de toutes faces ; avant de remplir ces fourneaux, on avoit préparé dans le bas une petite cavité en forme de voûte, soutenue par des bois secs, sous lesquels on mit le feu au moment qu'on commença de charger de charbon ; ce feu qui d'abord étoit vif, se ralentit à mesure qu'on chargeoit, cependant il subsista toujours sans s'éteindre, & lorsque les fourneaux furent remplis en entier, j'en examinai le progrès & le produit, sans le remuer & sans y rien ajouter ; pendant les six premières heures la fumée, qui avoit commencé de s'élever au moment qu'on avoit commencé de charger, étoit très-humide, ce que je reconnoissois aisément par les gouttes d'eau qui paroissoient sur les parties extérieures du tuyau d'aspiration, & ce tuyau n'étoit encore au bout de six heures que médiocrement chaud, car je pouvois le toucher aisément. On laissa le feu, le tuyau & les fourneaux pendant

d'un petit animal absorbe autant d'air que

toute la nuit dans cet état ; la fumée continuant toujours, devint si abondante, si épaisse & si noire, que le lendemain en arrivant à mes forges, je crus qu'il y avoit un incendie. L'air étoit calme, & comme le vent ne dissipoit pas la fumée, elle enveloppoit les bâtimens & les déroboit à ma vue ; elle duroit déjà depuis vingt-six heures. J'allai à mes fourneaux, je trouvai que le feu, qui n'étoit allumé qu'à la partie du bas, n'avoit pas augmenté, qu'il se soutenoit au même degré ; mais la fumée, qui avoit donné de l'humidité dans les six premières heures, étoit devenue plus sèche, & paroissoit néanmoins toute aussi noire. Le tuyau d'aspiration ne pompoit pas davantage, il étoit seulement un peu plus chaud, & la fumée ne formoit plus de gouttes sur sa surface extérieure ; la cavité des fourneaux, qui avoit quatorze pieds de hauteur, se trouva vide au bout des vingt-six heures d'environ trois pieds ; je les fis remplir, l'un avec cinquante, & l'autre avec soixante-quinze livres de charbon, & je fis remettre tout de suite le tuyau d'aspiration qu'on avoit été obligé d'enlever pour charger. Cette augmentation d'aliment n'augmenta pas le feu ni même la fumée, elle ne changea rien à l'état précédent ; j'observai le tout pendant huit heures de suite, m'attendant à tout instant à voir paroître la flamme, & ne concevant pas pourquoi cette fumée d'un charbon si sec & si sèche elle-même, qu'elle ne déposoit pas la moindre humidité, ne s'enflammoit pas d'elle-même, après trente-quatre heures de feu toujours subsistant au bas des fourneaux ; je les abandonnai donc une seconde fois dans cet état ; & donnai ordre de

la lumière d'une chandelle ; dans des

n'y pas toucher. Le jour suivant, douze heures après les trente-quatre, je trouvai le même brouillard épais, la même fumée noire couvrant mes bâtimens ; & ayant visité mes fourneaux, je vis que le feu d'en bas étoit toujours le même, la fumée la même & sans aucune humidité, & que la cavité des fourneaux étoit vide de trois pieds deux pouces dans le plus petit, & de deux pieds neuf pouces seulement dans le plus grand, auquel étoit adapté le tuyau d'aspiration, je le remplis avec soixante-six livres de charbon, & l'autre avec cinquante-quatre, & je résolus d'attendre aussi long-temps qu'il seroit nécessaire pour savoir si cette fumée ne viendroit pas enfin à s'enflammer ; je passai neuf heures à l'examiner de temps à autre ; elle étoit très-sèche, très-suffocante, très-sensiblement chaude, mais toujours noire & sans flamme au bout de cinquante-cinq heures. Dans cet état, je la laissai pour la troisième fois. Le jour suivant, treize heures après les cinquante-cinq, je la retrouvai encore de même, le charbon de mes fourneaux baissé de même ; &, comme je réfléchissois sur cette consommation de charbon sans flamme, qui étoit d'environ moitié de la consommation qui s'en fait dans le même temps & dans les mêmes fourneaux, lorsqu'il y a de la flamme, je commençai à croire que je pourrois bien user beaucoup de charbon, sans avoir de flamme, puisque, depuis trois jours, on avoit chargé trois fois les fourneaux (car j'oubliois de dire que ce jour même on venoit de remplir la cavité vide du grand fourneau, avec quatre-vingts livres de charbon, &

vaisseaux fermés, de capacités égales, l'animal meurt en même temps que la chandelle s'éteint; rien ne peut démontrer plus évidemment que le feu de l'animal & celui de la chandelle, ou de toute autre matière combustible allumée, sont des feux non-seulement du même ordre, mais d'une seule & même nature auxquels le secours de l'air est également nécessaire; & qui tous deux se l'approprient de la même manière, l'absorbent comme aliment, l'entraînent dans leur route ou le

---

celle du petit avec soixante livres); je les laissai néanmoins fumer encore plus de cinq heures. Après avoir perdu l'espérance de voir cette fumée s'enflammer d'elle-même, je la vis tout d'un coup prendre feu, & faire une espèce d'explosion dans l'instant même qu'on lui présenta la flamme légère d'une poignée de paille; le tourbillon entier de la fumée s'enflamma jusqu'à huit à dix pieds de distance & autant de hauteur; la flamme pénétra la masse du charbon, & descendit dans le même moment jusqu'au bas du fourneau, & continua de brûler à la manière ordinaire; le charbon se consommoit une fois plus vîte, quoique le feu d'en bas ne parût guère plus animé; mais je suis convaincu que mes fourneaux auroient éternellement fumé, si l'on n'eût pas allumé la fumée, & rien ne me prouva mieux que la flamme n'est que de la fumée qui brûle, & que la communication du feu ne peut se faire que par la flamme.

déposent sous une forme fixe dans les substances qu'ils pénètrent.

Les végétaux & la plupart des insectes n'ont, au lieu de poumons, que des tuyaux aspiratoires, des espèces de trachées par lesquelles ils ne laissent pas de pomper tout l'air qui leur est nécessaire; on le voit passer en bulles très-sensibles dans la sève de la vigne; il est non-seulement pompé par les racines, mais souvent même par les feuilles; il fait partie & partie très-essentielle de la nourriture du végétal qui dès-lors se l'assimile, le fixe & le conserve. Le petit degré de la chaleur végétale, joint à celui de la chaleur du soleil, suffit pour détruire le ressort de l'air contenu dans la sève, sur-tout lorsque cet air, qui n'a pu être admis dans le corps de la plante & arriver à la sève, qu'après avoir passé par des tuyaux très-serrés, se trouve divisé en particules presque infiniment petites, que le moindre degré de chaleur suffit pour rendre fixes. L'expérience confirme pleinement tout ce que je viens d'avancer; les matières animales & végétales contiennent toutes une très-grande quantité de cet air fixe; & c'est en quoi

consiste l'un des principes de leur inflammabilité; toutes les matières combustibles contiennent beaucoup d'air, tous les animaux & les végéraux, toutes leurs parties, tous leurs détrimens, toutes les matières qui en proviennent, toutes les substances où ces détrimens se trouvent mêlangés, contiennent plus ou moins d'air fixe, & la plupart renferment aussi une certaine quantité d'air élastique. On ne peut douter de ces faits dont la certitude est acquise par les belles expériences du docteur Hales, & dont les Chymistes ne me paroissent pas avoir senti toute la valeur, car ils auroient reconnu, depuis long-temps, que l'air fixe doit jouer en grande partie le rôle de leur phlogistique, ils n'auroient pas adopté ce terme nouveau, qui ne répond à aucune idée précise, & ils n'en auroient pas fait la base de toutes leurs explications des phénomènes chimiques, ils ne l'auroient pas donné pour un être identique & toujours le même, puisqu'il est composé d'air & de feu, tantôt dans un état fixe, & tantôt dans celui de la plus grande volatilité. Et ceux d'entr'eux, qui ont regardé le phlogistique comme le produit du feu élémentaire ou de la

lumière, se sont moins éloignés de la vérité, parce que le feu ou la lumière produisent, par le secours de l'air, tous les effets du phlogistique.

Les minéraux qui, comme les soufres & les pyrites, contiennent dans leur substance, une quantité plus ou moins grande des détrimens ultérieurs des animaux & des végétaux, renferment dès-lors des parties combustibles qui, comme toutes les autres, contiennent plus ou moins d'air fixe, mais toujours beaucoup moins que les substances purement animales ou végétales : on peut également leur enlever cet air fixe, par la combustion : on peut aussi le dégager, par le moyen de l'effervescence ; &, dans les manières animales & végétales, on le dégage par la simple fermentation qui, comme la combustion, a toujours besoin d'air pour s'opérer. Ceci s'accorde si parfaitement avec l'expérience, que je ne crois pas devoir insister sur la preuve des faits. Je me contenterai d'observer que les soufres & les pyrites ne sont pas les seuls minéraux qu'on doive regarder comme combustibles, qu'il y en a beau-

coup d'autres dont je ne ferai point ici l'énumération, parce qu'il suffit de dire que leur degré de combustibilité dépend ordinairement de la quantité de soufre qu'ils contiennent. Tous les minéraux combustibles tirent donc originairement cette propriété, ou du mêlange des parties animales & végétales qui sont incorporées avec eux, ou des particules de lumière, de chaleur & d'air, qui, par le laps de temps, se sont fixées dans leur intérieur. Rien, selon moi, n'est combustible, que ce qui a été formé par une chaleur douce, c'est-à-dire, par ces mêmes élémens combinés dans toutes les substances que le soleil éclaire & vivifie (e), ou dans celles

(e) Voici une observation qui semble démontrer que la lumière a plus d'affinité avec les substances combustibles qu'avec toutes les autres matières. On sait que la puissance réfractive des corps transparens est proportionnelle à leur densité; le verre plus dense que l'eau, a proportionnellement une plus grande force réfringente, & en augmentant la densité du verre & de l'eau, l'on augmente à mesure leur force de réfraction. Cette proportion s'observe dans toutes les matières transparentes, & qui sont en même temps incombustibles. Mais les matières inflammables, telles que l'esprit-de-vin, les huiles transparentes, l'ambre, &c. ont une

que la chaleur intérieure de la terre fomente & réunit.

C'est cette chaleur intérieure du globe de la terre, que l'on doit regarder comme le vrai feu élémentaire, & il faut le distinguer de celui du soleil, qui ne nous parvient qu'avec la lumière ; tandis que l'autre, quoique bien plus considérable,

---

puissance réfringente plus grande que les autres ; en sorte que l'attraction que ces matières exercent sur la lumière, & qui provient de leur masse ou densité, est considérablement augmentée par l'affinité particulière qu'elles ont avec la lumière. Si ce a n'étoit pas, leur force réfringente seroit comme celle de toutes les autres matières, proportionnelle à leur densité ; mais les matières inflammables attirent plus puissamment la lumiè e, & ce n'est que par cette raison qu'elles ont plus de puissance réfractive que les autres. Le diamant même ne fait pas une exception à cette loi ; on doit le mettre au nombre des matières combustibles, on le brûle au miroir ard nt ; il a avec la lumière aut nt d'affinité que les matiè es inflammables, car sa puissance réfringente est plus grande qu'elle ne devroit l'être à propo tion de sa densité. Il a en même temps la propriété de s'imbiber de la lumière & de la co server assez long-temps ; les phénomènes de sa réfraction doivent tenir en partie à ces propriétés.

n'eſt ordinairement que ſous la forme d'une chaleur obſcure, & que ce n'eſt que dans quelques circonſtances, comme celles de l'électricité, qu'il prend de la lumière. Nous avons déja dit que cette chaleur obſervée pendant un grand nombre d'années de ſuite, eſt trois ou quatre cens fois plus grande en hiver, & vingt-neuf fois plus grande en été dans notre climat, que la chaleur qui nous vient du ſoleil; c'eſt une vérité qui peut paroître ſingulière, mais qui n'en eſt pas moins évidemment démontrée *(f)*. Comme nous en avons parlé diſertement, nous nous contenterons de remarquer ici, que cette chaleur conſtante, & toujours ſubſiſtante, entre, comme élément, dans toutes les combinaiſons des autres élémens, & qu'elle eſt plus que ſuffiſante, pour produire ſur l'air, les mêmes effets que le feu actuel ou la chaleur animale; que par conſéquent cette chaleur intérieure de la terre, détruira l'élaſticité de l'air, & le fixera

---

(f) Voyez le Mémoire de M. de Mairan, dans ceux de l'Académie Royale des Sciences, *année* 1765, *page* 143.

toutes les fois qu'étant divisé en parties très-petites, il se trouvera saisi par cette chaleur, dans le sein de la terre; que, sous cette nouvelle forme, il entrera, comme partie fixe, dans un grand nombre de substances, lesquelles contiendront dès-lors des particules d'air fixe & de chaleur fixe, qui sont les premiers principes de la combustibilité. Mais ils se trouveront en plus ou moins grande quantité dans les différentes substances, selon le degré d'affinité qu'ils auront avec elles; & ce degré dépendra beaucoup de la quantité que ces substances contiendront de parties animales & végétales, qui paroissent être la base de toute matière combustible; si elles y sont abondamment répandues, ou foiblement incorporées, on pourra toujours les dégager de ces substances, par le moyen de la combustion. La plupart des minéraux métalliques, & même des métaux, contiennent une assez grande quantité de parties combustibles; le zinc, l'antimoine, le fer, le cuivre, &c. brûlent & produisent une flamme évidente & très-vive, tant que dure la combustion de ces parties inflammables qu'ils contiennent.

Après quoi, si on continue le feu, la combustion finie, commence la calcination pendant laquelle il rentre dans ces matières de nouvelles parties d'air & de chaleur qui s'y fixent, & qu'on ne peut en dégager, qu'en leur présentant quelque matière combustible, avec laquelle ces parties d'air & de chaleur fixes, ont plus d'affinité qu'avec celles du minéral auxquelles en effet elles ne sont unies que par force, c'est-à-dire, par l'effort de la calcination. Il me semble que la conversion des substances métalliques en chaux, & leur réduction, pourront maintenant être très-clairement entendues, sans qu'il soit besoin de recourir à des principes secondaires, ou à des hypothèses arbitraires, pour leur explication. La réduction, comme je l'ai déja insinué, n'est, dans le réel, qu'une seconde combustion, par laquelle on dégage les parties d'air & de chaleur fixes, que la calcination avoit forcé d'entrer dans le métal, & de s'unir à sa substance fixe, à laquelle on rend en même temps les parties volatiles & combustibles que la première action du feu lui avoit enlevées.

Après avoir présenté le grand rôle que l'air fixe joue dans les opérations les plus secretes de la Nature, considérons-le pendant quelques instans, lorsque, sous la forme élastique, il réside dans les corps; ses effets sont alors aussi variables que les degrés de son élasticité; son action, quoique toujours la même, semble donner des produits différens dans les substances différentes. Pour en ramener la considération à un point de vue général, nous le comparerons avec l'eau & la terre, comme nous l'avons déja comparé avec le feu; les résultats de cette comparaison entre les quatre élémens, s'appliqueront ensuite aisément à toutes les substances, de quelque nature qu'elles puissent être, puisque toutes ne sont composées que de ces quatre principes réels.

Le plus grand froid connu, ne peut détruire le ressort de l'air, & la moindre chaleur suffit pour cet effet, sur-tout lorsque ce fluide est divisé en parties très petites. Mais il faut observer qu'entre son état de fixité & celui de sa pleine élasticité, il y a toutes les nuances des états moyens, & que c'est presque toujours

dans quelques-uns de ces états moyens qu'il réside dans la terre & dans l'eau, ainsi que dans toutes les substances qui en sont composées; par exemple, on ne pourra pas douter que l'eau, qui nous paroît une substance si simple, ne contienne une certaine quantité d'air qui n'est ni fixe ni élastique, mais entre la fixité & l'élasticité, si l'on fait attention aux différens phénomènes qu'elle nous présente dans sa congélation, dans son ébullition, dans sa résistance à toute compression, &c. car la Physique expérimentale nous démontre que l'eau est incompressible, au lieu de s'affaisser & de rentrer en elle-même lorsqu'on la force par la presse, elle passe à travers les vaisseaux les plus solides & les plus épais: or, si l'air qu'elle contient en assez grande quantité y étoit dans son état de pleine élasticité, l'eau seroit compressible en raison de cette quantité d'air élastique qu'elle contiendroit & qui se comprimeroit. Donc l'air contenu dans l'eau n'y est pas simplement mêlé & n'y conserve pas sa forme élastique, mais y est plus intimement uni dans un état où son ressort ne

s'exerce plus d'une manière ſenſible ; & néanmoins ce reſſort n'y eſt pas entièrement détruit ; car ſi l'on expoſe l'eau à la congélation, on voit cet air ſortir de ſon intérieur & ſe réunir à ſa ſurface en bulles élaſtiques ; ceci ſeul ſuffiroit pour prouver que l'air n'eſt pas contenu dans l'eau ſous ſa forme ordinaire, puiſqu'étant ſpécifiquement huit cents cinquante fois plus léger, il ſeroit forcé d'en ſortir par la ſeule néceſſité de la prépondérance de l'eau ; il eſt donc évident que l'air contenu dans l'eau, n'y eſt pas dans ſon état ordinaire, c'eſt-à-dire, de pleine élaſticité, & en même temps il eſt démontré que cet état dans lequel il réſide dans l'eau n'eſt pas celui de ſa plus grande fixité, où ſon reſſort abſolument détruit ne peut ſe rétablir que par la combuſtion, puiſque la chaleur ou le froid peuvent également le rétablir ; il ſuffit de faire chauffer ou geler de l'eau pour que l'air qu'elle contient reprenne ſon élaſticité & s'élève en bulles ſenſibles à ſa ſurface, il s'en dégage de même lorſque l'eau ceſſe d'être preſſée par le poids de l'atmoſphère ſous le récipient de la machine pneumatique ; il n'eſt

donc pas contenu dans l'eau ſous une forme fixe, mais ſeulement dans un état moyen où il peut aiſément reprendre ſon reſſort; il n'eſt pas ſimplement mêlé dans l'eau, puiſqu'il ne peut y réſider ſous ſa forme élaſtique, mais auſſi il ne lui eſt pas intimement uni ſous ſa forme fixe, puiſqu'il s'en ſépare plus aiſément que de toute autre matière.

On pourra m'objecter avec raiſon que le froid & le chaud n'ont jamais opéré de la même façon, que ſi l'une de ces cauſes rend à l'air ſon élaſticité, l'autre doit la détruire, & j'avoue que, pour l'ordinaire, le froid & le chaud produiſent des effets différens; mais dans la ſubſtance particulière que nous conſidérons ces deux cauſes, quoique oppoſées, produiſent le même effet; on pourra le concevoir aiſément en faiſant attention à la choſe même & au rapport de ſes circonſtances. L'on ſait que l'eau ſoit gelée, ſoit bouillie, reprend l'air qu'elle avoit perdu dès qu'elle ſe liquéfie ou qu'elle ſe refroidit, le degré d'affinité de l'air avec l'eau dépend donc en grande partie de celui de ſa température, ce degré, dans ſon état de liquidité, eſt à-peu-

près le même que celui de la chaleur générale à la ſurface de la terre ; l'air avec lequel elle a beaucoup d'affinité la pénètre auſſitôt qu'il eſt diviſé en parties très-tenues, & le degré de la chaleur élémentaire & générale, ſuffit pour affoiblir le reſſort de ces petites parties, au point de le rendre ſans effet, tant que l'eau conſerve cette température ; mais ſi le froid vient à la pénétrer, ou pour parler plus préciſément, ſi ce degré de chaleur néceſſaire à cet état de l'air vient à diminuer, alors ſon reſſort, qui n'eſt pas entièrement détruit, ſe rétablira par le froid, & l'on verra les bulles élaſtiques s'élever à la ſurface de l'eau prête à ſe congeler. Si, au contraire, l'on augmente le degré de la température de l'eau par une chaleur extérieure, on en diviſe trop les parties intégrantes, on les rend volatiles, & l'air, qui ne leur étoit que foiblement uni, s'élève & s'échappe avec elles. Car il faut ſe rappeler que quoique l'eau priſe en maſſe ſoit incompreſſible & ſans aucun reſſort, elle eſt très-élaſtique dès qu'elle eſt diviſée ou réduite en petites parties ; & en ceci elle paroît être d'une nature

contraire à celle de l'air, qui n'est compressible qu'en masse & qui perd son ressort dès qu'il est trop divisé. Néanmoins l'air & l'eau ont beaucoup plus de rapports entr'eux que de propriétés opposées, & comme je suis très-persuadé que toute la matière est convertible, & que les quatre élémens peuvent se transformer, je serois porté à croire que l'eau peut se changer en air lorsqu'elle est assez raréfiée pour s'élever en vapeurs : car le ressort de la vapeur de l'eau est aussi & même plus puissant que le ressort de l'air; on voit le prodigieux effet de cette puissance dans les pompes à feu, on voit la terrible explosion qu'elle produit lorsqu'on laisse tomber du métal fondu sur quelques gouttes d'eau ; & si l'on ne veut pas convenir avec moi que l'eau puisse dans cet état de vapeurs se transformer en air, on ne pourra du moins nier qu'elle n'en ait alors les principales propriétés.

L'expérience m'a même appris que la vapeur de l'eau peut entretenir & augmenter le feu comme le fait l'air ordinaire; & cet air, que nous pourrions regarder comme pur, est toujours mêlé avec une

très-grande quantité d'eau; mais il faut remarquer comme chose importante, que la proportion du mêlange n'est pas, à beaucoup près, la même dans ces deux élémens; l'on peut dire, en général, qu'il y a beaucoup moins d'air dans l'eau, que d'eau dans l'air; seulement il faut considérer qu'il y a deux unités très-différentes, auxquelles on pourroit rapporter les termes de cette proportion; ces deux unités sont le volume & la masse. Si on estime la quantité d'air contenue dans l'eau, par le volume, elle paroîtra nulle, puisque le volume de l'eau n'en est point du-tout augmenté; & de même l'air plus ou moins humide ne nous paroît pas changer de volume, cela n'arrive que quand il est plus ou moins chaud; ainsi, ce n'est point au volume qu'il faut rapporter cette proportion, c'est à la masse seule, c'est-à-dire, à la quantité réelle de matière dans l'un & l'autre de ces deux élémens, qu'on doit comparer celle de leur mêlange, & l'on verra que l'air est beaucoup plus *aqueux*, que l'eau n'est *aërienne*, peut-être dans la proportion de la masse, c'est-à-dire, huit cens cinquante fois davantage.

Quoi qu'il en ſoit de cette eſtimation, qui eſt peut-être ou trop forte ou trop foible, nous pouvons en tirer l'induction que l'eau doit ſe changer plus aiſément en air, que l'air ne peut ſe transformer en eau. Les parties de l'air, quoique ſuſceptibles d'être extrêmement diviſées, paroiſſent être plus groſſes que celles de l'eau, puiſque celle-ci paſſe à travers pluſieurs filtres que l'air ne peut pénétrer; puiſque, quand elle eſt raréfiée par la chaleur, ſon volume, quoique fort augmenté, n'eſt qu'égal, ou un peu plus grand que celui des parties de l'air à la ſurface de la terre; car les vapeurs de l'eau ne s'élèvent dans l'air qu'à une certaine hauteur; enfin, puiſque l'air ſemble s'imbiber d'eau comme une éponge, la contenir en grande quantité, & que le contenant eſt néceſſairement plus grand que le contenu. Au reſte, l'air qui s'imbibe ſi volontiers de l'eau, ſemble la rendre de même, lorſqu'on lui préſente des ſels ou d'autres ſubſtances avec leſquelles l'eau a encore plus d'affinité qu'avec lui. L'effet que les Chymiſtes appellent *défaillance*, & même celui des *efflores-cences*,

démontrent non-ſeulement qu'il y a une très-grande quantité d'eau contenue dans l'air, mais encore que cette eau n'y eſt attachée que par une ſimple affinité, qui cède aiſément à une affinité plus grande, & qui même ceſſe d'agir, ſans être combattue ou balancée par aucune autre affinité, mais par la ſeule raréfaction de l'air, puiſqu'il ſe dégage de l'eau, dès qu'elle ceſſe d'être preſſée par le poids de l'athmoſphère, ſous le récipient de la machine pneumatique.

Dans l'ordre de la converſion des élémens, il me ſemble que l'eau eſt pour l'air, ce que l'air eſt pour le feu, & que toutes les transformations de la Nature dépendent de celle-ci. L'air, comme aliment du feu, s'aſſimile avec lui, & ſe transforme en ce premier élément; l'eau raréfiée par la chaleur, ſe transforme en une eſpèce d'air capable d'alimenter le feu comme l'air ordinaire; ainſi, le feu a un double fonds de ſubſiſtance aſſurée; s'il conſomme beaucoup d'air, il peut auſſi en produire beaucoup par la raréfaction de l'eau, & réparer ainſi dans la maſſe de l'athmoſphère toute la quantité qu'il en

détruit, tandis qu'ultérieurement il se convertit lui-même avec l'air en matière fixe dans les substances terrestres qu'il pénètre par sa chaleur ou par sa lumière.

Et de même que d'une part, l'eau se convertit en air ou en vapeurs aussi volatiles que l'air par sa raréfaction, elle se convertit en une substance solide par une espèce de condensation différente des condensations ordinaires. Tout fluide se raréfie par la chaleur, & se condense par le froid; l'eau suit elle-même cette loi commune, & se condense à mesure qu'elle refroidit; qu'on en remplisse un tube de verre jusqu'aux trois quarts, on la verra descendre à mesure que le froid augmente, & se condenser comme font tous les autres autres fluides; mais, quelque temps avant l'instant de la congélation, on la verra remonter au-dessus du point des trois quarts de la hauteur du tube, & s'y renfler encore considérablement, en se convertissant en glace. Mais si le tube est bien bouché, & parfaitement en repos, l'eau continuera de baisser, & ne se gèlera pas, quoique le degré de froid soit de 6, 8 ou 10 degrés au-dessous du terme de

de la glace, & l'eau ne gèlera que quand on couvrira le tube ou qu'on le remuera. Il ſemble donc que la congélation nous préſente d'une manière inverſe les mêmes phénomènes que l'inflammation. Quelque intenſe, quelque grande que ſoit une chaleur renfermée dans un vaiſſeau bien clos, elle ne produira l'inflammation que quand elle touchera quelque matière enflammée ; & de même à quelque degré qu'un fluide ſoit refroidi, il ne gèlera pas ſans toucher quelque ſubſtance déjà gelée ; & c'eſt ce qui arrive lorſqu'on remue ou débouche le tube ; les particules de l'eau qui ſont gelées dans l'air extérieur, ou dans l'air contenu dans le tube, viennent, lorſqu'on le débouche ou le remue, frapper la ſurface de l'eau & lui communiquent leur glace. Dans l'inflammation, l'air d'abord très-raréfié par la chaleur, perd de ſon volume & ſe fixe tout-à-coup ; dans la congélation, l'eau d'abord condenſée par le froid, reprend plus de volume & ſe fixe de même. Car la glace eſt une ſubſtance ſolide, plus légère que l'eau, & qui conſerveroit ſa ſolidité ſi le froid étoit toujours

le même. Et je suis porté à croire qu'on viendroit à bout de fixer le mercure à un moindre degré de froid en le sublimant en vapeurs dans un air très-froid. Je suis de même très-porté à croire que l'eau, qui ne doit sa liquidité qu'à la chaleur & qui la perd avec elle, deviendroit une substance d'autant plus solide & d'autant moins fusible, qu'elle éprouveroit plus fort & plus long-temps la rigueur du froid. On n'a pas fait assez d'expériences sur ce sujet important.

Mais sans nous arrêter à cette idée, c'est-à-dire, sans admettre ni sans exclure la possibilité de la conversion de la glace en matière infusible ou terre fixe & solide, passons à des vues plus étendues sur les moyens que la Nature emploie pour la transformation de l'eau. Le plus puissant de tous & le plus évident est le filtre animal; le corps des animaux à coquilles en se nourrissant des particules de l'eau, en travaille en même temps la substance au point de la dénaturer; la coquille est certainement une substance terrestre, une vraie pierre, dont toutes les pierres que les Chymistes appellent *calcaires* & plusieurs

autres matières, tirent leur origine; cette coquille paroît à la vérité, faire partie constitutive de l'animal qu'elle couvre, puisqu'elle se perpétue par la génération, & qu'on la voit dans les petits coquillages qui viennent de naître, comme dans ceux qui ont pris tout leur accroissement; mais ce n'en est pas moins une substance terrestre, formée par la sécrétion ou l'exudation du corps de l'animal; on la voit s'agrandir, s'épaissir par anneaux & par couches à mesure qu'il prend de la croissance; & souvent cette matière pierreuse excède cinquante ou soixante fois la masse ou matière réelle du corps de l'animal qui la produit. Qu'on se représente pour un instant, le nombre des espèces de ces animaux à coquille, ou pour les tous comprendre, de ces animaux à transudation pierreuse, elles sont peut-être en plus grand nombre dans la mer, que ne l'est sur la terre le nombre des espèces d'insectes; qu'on se représente ensuite leur prompt accroissement, leur prodigieuse multiplication, le peu de durée de leur vie, dont nous supposerons néanmoins le terme moyen à dix

ans *(g)*, qu'ensuite on considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presque immense de tous les individus de ce genre, pour se faire une idée de toute la matière pierreuse produite en dix ans ; qu'enfin on considère que ce bloc déjà si gros de matière pierreuse doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix dans tous les siècles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde, & l'on se familiarisera avec cette idée ou plutôt cette vérité d'abord repoussante, que toutes nos collines, tous nos rochers de pierre calcaire, de marbre, de craie, &c. ne viennent originairement que de la dépouille de ces petits animaux. On n'en pourra douter à l'inspection des matières même, qui toutes contiennent encore des

(g) La plus longue vie des escargots ou gros limaçons terrestres, s'étend jusqu'à quatorze ans ; on peut présumer que les gros coquillages de mer vivent plus long-temps ; mais aussi les petits, & les très-petits, tels que ceux qui forment le corail, & tous les madrépores, vivent beaucoup moins de temps ; & c'est par cette raison que j'ai pris le terme moyen à dix ans.

coquilles ou des détrimens de coquilles très-aisément reconnoissables.

Les pierres calcaires ne sont donc en très-grande partie que de l'eau & de l'air contenus dans l'eau, transformés par le filtre animal; les sels, les bitumes, les huiles, les graisses de la mer n'entrent que pour peu ou pour rien dans la composition de la coquille; aussi la pierre calcaire ne contient-elle aucune de ces matières; cette pierre n'est que de l'eau transformée, jointe à quelque petite portion de terre vitrifiable & à une très-grande quantité d'air fixe, qui s'en dégage par la calcination. Cette opération produit les mêmes effets sur les coquilles qu'on prend dans la mer que sur les pierres qu'on tire des carrières, elles forment également de la chaux, dans laquelle on ne remarque d'autre différence que celle d'un peu plus ou d'un peu moins de qualité; la chaux faite avec des écailles d'huître ou d'autres coquilles, est plus foible que la chaux faite avec du marbre ou de la pierre dure; mais le procédé de la Nature est le même, les résultats de son opération les mêmes; les coquilles & les pierres perdent également

près de moitié de leur poids par l'action du feu dans la calcination ; l'eau qui a conservé sa nature en sort la première, après quoi l'air fixe se dégage, & ensuite l'eau fixe dont ces substances pierreuses sont composées, reprend sa première nature & s'élève en vapeurs poussées & raréfiées par le feu, il ne reste que les parties les plus fixes de cet air & de cette eau qui peut-être sont si fort unies entr'elles, & à la petite quantité de terre fixe de la pierre que le feu ne peut les séparer. La masse se trouve donc réduite de près de moitié, & se réduiroit peut-être encore plus si l'on donnoit un feu plus violent. Et ce qui me semble prouver évidemment que cette matière chassée hors de la pierre par le feu, n'est autre chose que de l'air & de l'eau, c'est la rapidité, l'avidité avec laquelle cette pierre calcinée reprend l'eau qu'on lui donne, & la force avec laquelle elle la tire de l'athmosphère lorsqu'on la lui refuse. La chaux, par son extinction ou dans l'air ou dans l'eau, reprend en grande partie la masse qu'elle avoit perdue par la calcination ; l'eau avec l'air qu'elle contient,

vient remplacer l'eau & l'air qu'elle contenoit précédemment, la pierre reprend dès-lors sa première nature ; car en mêlant sa chaux avec des détrimens d'autres pierres, on fait un mortier qui se durcit, & devient avec le temps une substance solide & pierreuse, comme celle dont on l'a composé.

Après cette exposition, je ne crois pas qu'on puisse donner de la transformation de l'eau en terre ou en pierre, par l'intermède des coquilles. Voilà donc d'une part, toutes les matières calcaires, dont on doit rapporter l'origine aux animaux, & d'autre part, toutes les matières combustibles qui ne proviennent que des substances animales ou végétales ; elles occupent ensemble un assez grand espace à la surface de la terre, & l'on peut juger, par leur volume immense, combien la Nature vivante a travaillé pour la Nature morte, car ici le brut n'est que le mort.

Mais les matières calcaires & les substances combustibles, quelque grand qu'en soit le nombre, quelque immense que nous en paroisse le volume, ne font qu'une très-petite portion du globe de la terre,

dont le fonds principal & la majeure & très-majeure quantité consiste en une matière de la nature du verre ; matière qu'on doit regarder comme l'élément terrestre, à l'exclusion de toutes les autres substances auxquelles elle sert de base comme terre, lorsqu'elles se forment par le moyen, ou par le détriment des animaux, des végétaux, & par la transformation des autres élémens. Non-seulement cette matière première, qui est la vraie terre élémentaire, sert de base à toutes les autres substances, & en constitue les parties fixes ; mais elle est en même-temps le terme ultérieur auquel on peut les ramener & les réduire toutes. Avant de présenter les moyens que la Nature & l'Art peuvent employer pour opérer cette espèce de réduction de toute substance en verre, c'est-à-dire, en terre élémentaire, il est bon de rechercher si les moyens que nous avons indiqués, sont les seuls par lesquels l'eau puisse se transformer en substance solide; il me semble que le filtre animal la convertissant en pierre, le filtre végétal peut également la transformer, lorsque toutes les circonstances se trouvent être les

mêmes ; la chaleur propre des animaux à coquille, étant un peu plus grande que celle des végétaux, & les organes de la vie plus puiſſans que ceux de la végétation, le végétal ne pourra produire qu'une petite quantité de pierres qu'on trouve aſſez ſouvent dans ſon fruit ; mais il peut convertir, & convertir réellement en ſa ſubſtance, une grande quantité d'air, & une quantité encore plus grande d'eau ; la terre fixe qu'il s'approprie, & qui ſert de baſe à ces deux élémens, eſt en ſi petite quantité, qu'on peut aſſurer, ſans craindre de ſe tromper, qu'elle ne fait pas la centième partie de ſa maſſe ; dès-lors le végétal n'eſt preſqu'entièrement compoſé que d'air & d'eau transformés en bois, ſubſtance ſolide, qui ſe réduit enſuite en terre, par la combuſtion ou la putréfaction. On doit dire la même choſe des animaux, ils fixent & transforment non-ſeulement l'air & l'eau, mais le feu, en plus grande quantité que les végétaux ; il me paroît donc que les fonctions des corps organiſés, ſont l'un des plus puiſſans moyens que la Nature emploie pour la converſion des élémens. On peut

regarder chaque animal ou chaque végétal, comme un petit centre particulier de chaleur ou de feu qui s'approprie l'air & l'eau qui l'environnent, ſe les aſſimile pour végéter, ou pour ſe nourrir & vivre des productions de la terre, qui ne ſont elles-mêmes, que de l'air & de l'eau précédemment fixés ; il s'approprie en même temps une petite quantité de terre, & recevant les impreſſions de la lumière & celles de la chaleur du ſoleil & du globe terreſtre, il tourne en ſa ſubſtance tous ces différens élémens, les travaille, les combine, les réunit, les oppoſe juſqu'à ce qu'ils aient ſubi la forme néceſſaire à ſon développement, c'eſt-à-dire, à l'entretien de la vie & de l'accroiſſement de l'organiſation, dont le moule une fois donné, modèle toute la matière qu'il admet, & de brute qu'elle étoit, la rend organiſée.

L'eau qui s'unit ſi volontiers avec l'air, & qui entre avec lui en ſi grande quantité dans les corps organiſés, s'unit auſſi de préférence avec quelques matières ſolides, telles que les ſels, & c'eſt ſouvent par leur moyen, qu'elle entre dans la compoſition

des minéraux. Le sel, au premier coup-d'œil, ne paroît être qu'une terre dissoluble dans l'eau, & d'une saveur piquante; mais les Chymistes, en recherchant sa nature, ont très-bien reconnu qu'elle consiste principalement dans la réunion de ce qu'ils nomment le *principe terreux* & le *principe aqueux*; l'expérience de l'acide nitreux, qui ne laisse, après sa combustion, qu'un peu de terre & d'eau, leur a même fait penser que ce sel, & peut-être tous les autres sels, n'étoient absolument composés que de ces deux élémens; néanmoins il me paroît qu'on peut démontrer aisément que l'air & le feu entrent dans leur composition; puisque le nitre produit une grande quantité d'air dans la combustion, & que cet air fixe, suppose du feu fixe, qui s'en dégage en même-temps; que d'ailleurs toutes les explications qu'on donne de la dissolution, ne peuvent se soutenir, à moins qu'elles n'admettent deux forces opposées, l'une attractive & l'autre expansive, & par conséquent la présence des élémens de l'air & du feu, qui sont seuls doués de cette seconde force; qu'enfin ce seroit contre toute analogie, que le sel ne se

trouveroit composé que des deux élémens; de la terre & de l'eau, tandis que toutes les autres substances sont composées des quatre élémens. Ainsi, l'on ne doit pas prendre à la rigueur, ce que les grands Chymistes, M.rs Stahl & Macquer, ont dit à ce sujet; les expériences de M. Hales démontrent que le vitriol & le sel marin contiennent beaucoup d'air fixe, que le nitre en contient encore beaucoup plus, & jusqu'à concurrence du huitième de son poids, & le sel de tartre encore plus. On peut donc assurer que l'air entre, comme principe, dans la composition de tous les sels; & que, comme il ne peut se fixer dans aucune substance, qu'à l'aide de la chaleur ou du feu qui se fixent en même temps, ils doivent être comptés au nombre de leurs parties constitutives. Mais cela n'empêche pas que le sel ne doive aussi être regardé comme la substance moyenne entre la terre & l'eau, ces deux élémens entrent en proportion différente dans les différens sels ou substances salines, dont la variété & le nombre sont si grands, qu'on ne peut en faire l'énumération; mais qui présentées géné-

ralement ſous les dénominations d'acides & d'alkalis, nous montrent qu'en général, il y a plus de terre & moins d'eau dans ces derniers ſels, & au contraire plus d'eau & moins de terre dans les premiers.

Néanmoins l'eau, quoique intimement mêlée dans les ſels, n'y eſt ni fixée, ni réunie par une force aſſez grande pour la transformer en matière ſolide, comme dans la pierre calcaire; elle réſide dans le ſel ou dans ſon acide, ſous ſa forme primitive, & l'acide le mieux concentré, le plus dépouillé d'eau, qu'on pourroit regarder ici comme de la terre liquide, ne doit cette liquidité qu'à la quantité de l'air & du feu qu'il contient; toute liquidité, & même toute fluidité, ſuppoſe la préſence d'une certaine quantité de feu; & quand on attribueroit celle des acides à un reſte d'eau qu'on ne peut en ſéparer, quand même on pourroit les réduire tous ſous une forme concrète, il n'en ſeroit pas moins vrai que leurs ſaveurs, ainſi que les odeurs & les couleurs, ont toutes également pour principe celui de la force expanſive, c'eſt-à-dire, la lumière & les émanations de la chaleur & du feu; car

il n'y a que ces principes actifs qui puissent agir sur nos sens, & les affecter d'une manière différente & diversifiée, selon les vapeurs ou particules des différentes substances qu'ils nous apportent & nous présentent; c'est donc à ces principes qu'on doit rapporter non-seulement la liquidité des acides, mais aussi leur saveur. Une expérience que j'ai eu occasion de faire un grand nombre de fois, m'a pleinement convaincu que l'alkali est produit par le feu; la chaux faite à la manière ordinaire & mise sur la langue, même avant d'être éteinte par l'air ou par l'eau, a une saveur qui indique déjà la présence d'une certaine quantité d'alkali. Si l'on continue le feu, cette chaux, qui a subi une plus longue calcination, devient plus piquante sur la langue, & celle que l'on tire des fourneaux de forges où la calcination dure cinq ou six mois de suite, l'est encore davantage. Or ce sel n'étoit pas contenu dans la pierre, avant sa calcination, il augmente en force ou en quantité, à mesure que le feu est appliqué plus violemment & plus long-temps à la pierre; il est donc le produit immédiat

du feu & de l'air, qui se sont incorporés dans sa substance pendant la calcination, & qui, par ce moyen, sont devenus parties fixes de cette pierre, de laquelle ils ont chassé la plus grande partie des molécules d'eau, liquides & solides qu'elle contenoit auparavant. Cela seul me paroît suffisant, pour prononcer que le feu est le principe de la formation de l'alkali minéral, & l'on doit en conclure, par analogie, que les autres alkalis doivent également leur formation à la chaleur constante de l'animal & du végétal dont on les tire.

A l'égard des acides, la démonstration de leur formation par le feu & l'air fixes, quoique moins immédiate que celle des alkalis, ne m'en paroît pas moins certaine: nous avons prouvé que le nitre & le phosphore tirent leur origine des matières végétales & animales, que le vitriol tire la sienne des pyrites, des soufres & des autres matières combustibles; on sait d'ailleurs que ces acides, soit vitrioliques, ou nitreux ou phosphoriques, contiennent toujours une certaine quantité d'alkali; on doit donc rapporter leur formation & leur saveur au même principe, & réduisant

tous les acides à un seul acide, & tous les alkalis à un seul alkali, ramener tous les sels à une origine commune, & ne regarder leurs différentes saveurs & leurs propriétés particulières & diverses, que comme le produit varié des différentes quantités de terre, d'eau, & sur-tout d'air & de feu fixes qui sont entrées dans leur composition. Ceux qui contiendront le plus de ces principes actifs d'air & de feu, seront ceux qui auront le plus de puissance & le plus de saveur. J'entends par puissance, la force dont les sels nous paroissent animés pour dissoudre les autres substances; on sait que la dissolution suppose la fluidité; qu'elle ne s'opère jamais entre deux matières sèches ou solides, & que par conséquent elle suppose aussi dans le dissolvant le principe de la fluidité, c'est-à-dire, le feu; la puissance du dissolvant sera donc d'autant plus grande, que, d'une part, il contiendra ce principe actif en plus grande quantité, & que, d'autre part, ses parties aqueuses & terreuses auront plus d'affinité avec les parties de même espèce contenues dans les substances à dissoudre; &, comme les degrés d'affinité

dépendent abſolument de la figure des parties intégrantes des corps, ils doivent, comme ces figures, varier à l'infini; on ne doit donc pas être ſurpris de l'action plus ou moins grande ou nulle de certains ſels ſur certaines ſubſtances, ni des effets contraires d'autres ſels ſur d'autres ſubſtances. Leur principe actif eſt le même, leur puiſſance pour diſſoudre la même, mais elle demeure ſans exercice, lorſque la ſubſtance qu'on lui préſente repouſſe celle du diſſolvant, ou n'a aucun degré d'affinité avec lui; tandis qu'au contraire, elle le ſaiſit avidement toutes les fois qu'il ſe trouve aſſez de force d'affinité pour vaincre celle de la cohérence; c'eſt-à-dire, toutes les fois que les principes actifs contenus dans le diſſolvant, ſous la forme de l'air & du feu, ſe trouvent plus puiſſamment attirés par la puiſſance à diſſoudre, qu'ils ne le ſont par la terre & l'eau qu'il contient; car dès-lors ces principes actifs s'en ſéparent, ſe développent & pénètrent la ſubſtance qu'ils diviſent & décompoſent au point de la rendre ſuſceptible, par cette diviſion, d'obéir en liberté à toutes les forces attractives de la terre & de l'eau

contenues dans le diſſolvant, & de s'unir avec elles aſſez intimement pour ne pouvoir en être ſéparées que par d'autres ſubſtances qui auroient avec ce même diſſolvant, un degré encore plus grand d'affinité. Newton eſt le premier qui ait donné les affinités pour cauſes des précipitations chymiques; Stalh adoptant cette idée l'a tranſmiſe à tous les Chymiſtes, & il me paroît qu'elle eſt aujourd'hui univerſellement reçue comme une vérité dont on ne peut douter. Mais ni Newton ni Stalh ne ſe ſont élevés au point de voir que toutes ces affinités en apparence ſi différentes entr'elles, ne ſont au fond que les effets particuliers de la force générale de l'attraction univerſelle; &, faute de cette vue, leur théorie ne pouvoit être ni lumineuſe ni complète, parce qu'ils étoient forcés de ſuppoſer autant de petites loix d'affinités différentes, qu'il y avoit de phénomènes différens; au lieu qu'il n'y a réellement qu'une ſeule loi d'affinité, loi qui eſt exactement la même que celle de l'attraction univerſelle; & que par conſéquent l'explication de tous les phénomènes doit être déduite de cette ſeule & même cauſe.

Les sels concourent donc à plusieurs opérations de la Nature par la puissance qu'ils ont de dissoudre les autres substances ; car, quoiqu'on dise vulgairement que l'eau dissout le sel, il est aisé de sentir que c'est une erreur d'expression fondée sur ce qu'on appelle communément le liquide, le *dissolvant ;* & le solide, le *corps à dissoudre ;* mais dans le réel, lorsqu'il y a dissolution, les deux corps sont actifs & peuvent être également appelés *dissolvans ;* seulement regardant le sel comme le dissolvant, le corps dissout peut-être indifféremment ou liquide ou solide ; & pourvu que les parties du sel soient assez divisées pour toucher immédiatement celles des autres substances, elles agiront & produiront tous les effets de la dissolution. On voit par-là combien l'action propre des sels & l'action de l'élément de l'eau qui les contient, doivent influer sur la composition des matières minérales. La Nature peut produire par ce moyen tout ce que nos arts produisent par le moyen du feu ; il ne faut que du temps pour que les sels & l'eau opèrent sur les substances les plus compactes & les plus dures, la

division la plus complète & l'atténuation la plus grande de leurs parties ; ce qui les rend alors susceptibles de toutes les combinaisons possibles & capables de s'unir avec toutes les substances analogues, & de se séparer de toutes les autres. Mais ce temps, qui n'est rien pour la Nature, & qui ne lui manque pas, est de toutes les choses nécessaires celle qui nous manque le plus ; c'est faute de temps que nous ne pouvons imiter ses procédés ni suivre sa marche ; le plus grand de nos arts seroit donc l'art d'abréger le temps, c'est-à-dire, de faire en un jour ce qu'elle fait en un siècle : quelque vaine que paroisse cette prétention, il ne faut pas y renoncer : nous n'avons à la vérité ni les grandes forces ni le temps encore plus grand de la Nature, mais nous avons au-dessus d'elle la liberté de les employer comme il nous plaît ; notre volonté est une force qui commande à toutes les autres forces, lorsque nous la dirigeons avec intelligence. Ne sommes-nous pas venus à bout de créer à notre usage l'élément du feu qu'elle nous avoit caché ? ne l'avons-nous pas tiré des rayons qu'elle ne nous envoyoit

que pour nous éclairer ? n'avons-nous pas, par ce même élément, trouvé le moyen d'abréger le temps en divisant les corps par une fusion aussi prompte que leur division seroit lente par tout autre moyen ? &c.

Mais cela ne doit pas nous faire perdre de vue que la Nature ne puisse faire & ne fasse réellement, par le moyen de l'eau, tout ce que nous faisons par celui du feu. Pour le voir clairement, il faut considérer que la décomposition de toute substance ne pouvant se faire que par la division, plus cette division sera grande & plus la décomposition sera complète ; le feu semble diviser, autant qu'il est possible, les matières qu'il met en fusion ; cependant on peut douter si celles que l'eau & les acides tiennent en dissolution ne sont pas encore plus divisées, & les vapeurs que la chaleur élève, ne contiennent-elles pas des matières encore plus atténuées ? Il se fait donc dans l'intérieur de la terre, au moyen de la chaleur qu'elle renferme & de l'eau qui s'y insinue, une infinité de sublimations, de distillations, de crystallisations, d'agrégations, de

disjonctions de toute espèce. Toutes les substances peuvent être avec le temps, composées & décomposées par ces moyens; l'eau peut les diviser & en atténuer les parties autant & plus que le feu lorsqu'il les fond; & ces parties atténuées, divisées à ce point, se joindront, se réuniront de la même manière que celles du métal fondu se réunissent en se refroidissant. Pour nous faire mieux entendre, arrêtons-nous un instant sur la crystallisation; cet effet dont les sels nous ont donné l'idée, ne s'opère jamais que quand une substance étant dégagée de toute autre substance se trouve très-divisée & soutenue par un fluide qui, n'ayant avec elle que peu ou point d'affinité, lui permet de se réunir & de former, en vertu de sa force d'attraction, des masses d'une figure à-peu-près semblable à la figure de ses parties primitives; cette opération, qui suppose toutes les circonstances que je viens d'énoncer, peut se faire par l'intermède du feu aussi-bien que par celui de l'eau, & se fait très-souvent par le concours des deux, parce que tout cela ne suppose ou n'exige qu'une division assez grande de la matière,

pour que ſes parties primitives puiſſent, pour ainſi dire, ſe trier & former, en ſe réuniſſant, des corps figurés comme elles: or le feu peut tout auſſi-bien, & mieux qu'aucun autre diſſolvant, amener pluſieurs ſubſtances à cet état, & l'obſervation nous le démontre dans les régules, dans les amiantes, les baſaltes, & autres productions du feu dont les figures ſont régulières, & qui toutes doivent être regardées comme de vraies cryſtalliſations.

Et ce degré de grande diviſion, néceſſaire à la cryſtalliſation, n'eſt pas encore celui de la plus grande diviſion poſſible ni réelle, puiſque dans cet état les petites parties de la matière ſont encore aſſez groſſes pour conſtituer une maſſe qui, comme toutes les autres maſſes, n'obéit qu'à la ſeule force attractive, & dont les volumes ne ſe touchant que par des points, ne peuvent acquérir la force répulſive qu'une beaucoup plus grande diviſion ne manqueroit pas d'opérer par un contact plus immédiat, & c'eſt auſſi ce que l'on voit arriver dans les effervescences, où tout d'un coup la chaleur & la lumière ſont produites par le mêlange

de deux liqueurs froides. Ce degré de division de la matière est ici fort au dessus du degré nécessaire à la crystallisation, & l'opération s'en fait aussi rapidement que l'autre s'exécute avec lenteur.

La lumière, la chaleur, le feu, l'air, l'eau, les sels, sont les degrés par lesquels nous venons de descendre du haut de l'échelle de la Nature à sa base qui est la terre fixe. Et ce sont en même temps les seuls principes que l'on doive admettre & combiner pour l'explication de tous les phénomènes. Ces principes sont réels, indépendans de toute hypothèse & de toute méthode; leur conversion, leur transformation est toute aussi réelle, puisqu'elle est démontrée par l'expérience. Il en est de même de l'élément de la terre, il peut se convertir en se volatilisant, & prendre la forme des autres élémens, comme ceux-ci prennent la sienne en se fixant. Mais de la même manière que les parties primitives du feu, de l'air ou de l'eau ne formeront jamais seules des corps ou des masses qu'on puisse regarder comme du feu, de l'air ou de l'eau purs; de même il me paroît très-inutile de chercher dans les matières

terrestres

terreſtres une ſubſtance de terre pure : la fixité, l'homogénéité, l'éclat tranſparent du diamant a ébloui les yeux de nos Chymiſtes lorſqu'ils ont donné cette pierre pour la terre élémentaire & pure ; on pourroit dire avec autant & auſſi peu de fondement que c'eſt au contraire de l'eau pure dont toutes les parties ſe ſont fixées pour compoſer une ſubſtance ſolide diaphane comme elle ; ces idées n'auroient pas été miſes en avant, ſi l'on eût penſé que l'élément terreux n'a pas plus le privilége de la ſimplicité abſolue que les autres élémens ; que même comme il eſt le plus fixe de tous, & par conſéquent le plus conſtamment paſſif, il reçoit comme baſe toutes les impreſſions des autres ; il les attire, les admet dans ſon ſein, s'unit, s'incorpore avec eux, les ſuit & ſe laiſſe entraîner par leur mouvement ; & par conſéquent il n'eſt ni plus ſimple ni moins convertible que les autres. Ce ne ſont jamais que les grandes maſſes qu'il faut conſidérer lorſqu'on veut définir la Nature ; les quatre élémens ont été bien ſaiſis par les Philoſophes, même les plus anciens ; le ſoleil, l'athmoſphère, la mer & la terre

ſont les grandes maſſes ſur leſquelles ils les ont établis ; s'il exiſtoit un aſtre de phlogiſtique, une athmoſphère d'alkali, un océan d'acide, & des montagnes de diamant, on pourroit alors les regarder comme les principes généraux & réels de tous les corps ; mais ce ne ſont au contraire que des ſubſtances particulières produites, comme toutes les autres, par la combinaiſon des véritables élémens.

Dans la grande maſſe de matière ſolide qui nous repréſente l'élément de la terre, la couche ſuperficielle eſt la terre la moins pure ; toutes les matières dépoſées par la mer en forme de ſédimens, toutes les pierres produites par les animaux à coquilles, toutes les ſubſtances compoſées par la combinaiſon des détrimens du règne animal & végétal ; toutes celles qui ont été altérées par le feu des volcans, ou ſublimées par la chaleur intérieure du globe, ſont des ſubſtances mixtes & tranſformées ; & quoiqu'elles compoſent de très-grandes maſſes, elles ne nous repréſentent pas aſſez purement l'élément de la Terre ; ce ſont les matières vitrifiables dont la maſſe eſt mille & cent mille fois

plus considérable que celles de toutes ces autres substances, qui doivent être regardées comme le vrai fonds de cet élément; ce sont en même temps celles qui sont composées de la terre la plus fixe, celles qui sont les plus anciennes, & cependant les moins altérées; c'est de ce fonds commun dont toutes les autres substances ont tiré la base de leur solidité; car toute matière fixe, décomposée autant qu'elle peut l'être, se réduit ultérieurement en verre par la seule action du feu; elle reprend sa première nature lorsqu'on la dégage des matières fluides ou volatiles qui s'y étoient unies; & ce verre, ou matière vitrée qui compose la masse de notre globe, représente d'autant mieux l'élément de la terre, qu'il n'a ni couleur, ni odeur, ni saveur, ni liquidité, ni fluidité; qualités qui toutes proviennent des autres élémens ou leur appartiennent.

Si le verre n'est pas précisément l'élément de la terre, il en est au moins la substance la plus ancienne; les métaux sont plus récens & moins nobles; la plupart des autres minéraux se forment sous nos yeux; la Nature ne produit plus

de verre que dans les foyers particuliers de ses volcans, tandis que tous les jours elle forme d'autres substances par la combinaison du verre avec les autres élémens. Si nous voulons nous former une idée juste de ses procédés dans la formation des minéraux, il faut d'abord remonter à l'origine de la formation du globe, qui nous démontre qu'il a été fondu, liquéfié par le feu; considérer ensuite que de ce degré immense de chaleur il a passé successivement au degré de sa chaleur actuelle; que, dans les premiers momens où sa surface a commencé de prendre de la consistance, il a dû s'y former des inégalités, telles que nous en voyons sur la surface des matières fondues & refroidies; que les plus hautes montagnes toutes composées de matières vitrifiables, existent & datent de ce moment, qui est aussi celui de la séparation des grandes masses de l'air, de l'eau & de la terre; qu'ensuite pendant le long espace de temps que suppose le refroidissement, ou si l'on veut la diminution de la chaleur du globe au point de la température actuelle, il s'est fait dans ces mêmes montagnes, qui étoient les parties les plus

exposées à l'action des causes extérieures, une infinité de fusions, de sublimations, d'agrégations & de transformations de toute espèce par le feu de la terre, combiné avec la chaleur du soleil, & toutes les autres causes que cette grande chaleur rendoit plus actives qu'elles ne le sont aujourd'hui; que par conséquent on doit rapporter à cette date la formation des métaux & des minéraux que nous trouvons en grandes masses & en filons épais & continus. Le feu violent de la terre embrasée après avoir élevé & réduit en vapeurs tout ce qui étoit volatil, après avoir chassé de son intérieur les matières qui composent l'athmosphère & les mers, a dû sublimer, en même temps, toutes les parties les moins fixes de la terre, les élever & les déposer dans tous les espaces vides, dans toutes les fentes qui se formoient à la surface à mesure qu'elle se refroidissoit. Voilà l'origine & la gradation du gissement & de la formation des matières vitrifiables, qui toutes forment le noyau des plus grandes montagnes & renferment dans leurs fentes toutes les mines des métaux & des autres matières

que le feu a pu diviſer, fondre & ſublimer. Après ce premier établiſſement encore ſubſiſtant des matières vitrifiables & des minéraux en grande maſſe qu'on ne peut attribuer qu'à l'action du feu; l'eau qui juſqu'alors ne formoit avec l'air qu'un vaſte volume de vapeurs, commença de prendre ſon état actuel dès que la ſuperficie du globe fut aſſez refroidie pour ne la plus repouſſer & diſſiper en vapeurs; elle ſe raſſembla donc & couvrit la plus grande partie de la ſurface terreſtre, ſur laquelle ſe trouvant agitée par un mouvement continuel de flux & de reflux, par l'action des vents, par celle de la chaleur, elle commença d'agir ſur les ouvrages du feu, elle altéra peu-à-peu la ſuperficie des matières vitrifiables, elle en tranſporta les débris, les dépoſa en forme de ſédimens, elle put nourrir les animaux à coquilles, elle ramaſſa leurs dépouilles, produiſit les pierres calcaires, en forma des collines & des montagnes, qui ſe deſſèchant enſuite reçurent, dans leurs fentes, toutes les matières minérales qu'elle pouvoit diſſoudre ou charier.

Pour établir une théorie générale ſur la formation des minéraux, il faut donc

commencer par distinguer avec la plus grande attention, 1.° ceux qui ont été produits par le feu primitif de la terre, lorsqu'elle étoit encore brûlante de chaleur ; 2.° ceux qui ont été formés du détriment des premiers par le moyen de l'eau ; & troisièmement ceux qui, dans les volcans ou dans d'autres incendies postérieurs au feu primitif, ont une seconde fois subi l'épreuve d'une violente chaleur. Ces trois objets sont très-distincts & comprennent tout le règne minéral ; en ne les perdant pas de vue, & y rapportant chaque substance minérale, on ne pourra guère se tromper sur son origine & même sur les degrés de sa formation. Toutes les mines, que l'on trouve en masses ou gros filons dans nos hautes montagnes, doivent se rapporter à la sublimation du feu primitif : toutes celles au contraire que l'on trouve en petites ramifications, en filets, en végétations n'ont été formées que du détriment des premières, entraîné par la stillation des eaux. On le voit évidemment en comparant, par exemple, la matière des mines de fer de Suède avec celle de nos mines de fer en grains ; celles-ci sont

l'ouvrage immédiat de l'eau, & nous les voyons se former sous nos yeux, elles ne sont point attirables par l'aimant, elles ne contiennent point de soufre, & ne se trouvent que dispersées dans les terres; les autres sont toutes plus ou moins sulfureuses, toutes attirables par l'aimant, ce qui seul suppose qu'elles ont subi l'action du feu; elles sont disposées en grandes masses dures & solides, leur substance est mêlée d'une grande quantité d'asbeste, autre indice de l'action du feu. Il en est de même des autres métaux, leur ancien fonds vient du feu, & toutes leurs grandes masses ont été réunies par son action; mais toutes leurs crystallisations, végétations, granulations, &c. sont dûes à des causes secondaires où l'eau a la plus grande part. Je borne ici mes réflexions sur la conversion des élémens, parce que ce seroit anticiper sur celles qu'exige en particulier chaque substance minérale, & qu'elles seront mieux placées dans les articles de l'Histoire Naturelle des minéraux.

RÉFLEXIONS
Sur la loi de l'Attraction.

LE MOUVEMENT des Planètes dans leurs orbites, est un mouvement composé de deux forces : la première est une force de projection, dont l'effet s'exerceroit dans la tangente de l'orbite, si l'effet continu de la seconde cessoit un instant ; cette seconde force tend vers le Soleil, &, par son effet, précipiteroit les Planètes vers le Soleil, si la première force venoit à son tour à cesser un seul instant.

La première de ces forces peut être regardée comme une impulsion, dont l'effet est uniforme & constant, & qui a été communiquée aux Planètes dès la formation du système planéraire : la seconde peut être considérée comme une attraction vers le Soleil, & se doit mesurer comme toutes les qualités qui partent d'un centre, par la raison inverse du quarré de la distance, comme en effet on mesure les quantités de lumière, d'odeur, &c. & toutes les autres quantités

ou qualités qui ſe propagent en ligne droite, & ſe rapportent à un centre. Or il eſt certain que l'attraction ſe propage en ligne droite, puiſqu'il n'y a rien de plus droit qu'un fil à plomb, & que, tombant perpendiculairement à la ſurface de la Terre, il tend directement au centre de la force, & ne s'éloigne que très-peu de la direction du rayon au centre. Donc on peut dire que la loi de l'attraction doit être la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, uniquement parce qu'elle part d'un centre, ou qu'elle y tend, ce qui revient au même.

Mais comme ce raiſonnement préliminaire, quelque bien fondé que je le croie, pourroit être contredit par les gens qui font peu de cas de la force des analogies, & qui ne ſont accoutumés à ſe rendre qu'à des démonſtrations mathématiques, Newton a cru qu'il valoit beaucoup mieux établir la loi de l'attraction par les phénomènes mêmes, que par toute autre voie, & il a en effet démontré géométriquement, que ſi pluſieurs corps ſe meuvent dans des cercles concentriques, & que les quarrés des temps de leurs révolutions ſoient comme les cubes de

leurs distances à leur centre commun, les forces centripètes de ces corps sont réciproquement comme les quarrés des distances, & que si les corps se meuvent dans des orbites peu différentes d'un cercle, ces forces sont aussi réciproquement comm[illegible]s quarrés des distances, pourvu [illegible]s apsides de ces orbites soient imm[illegible]s. Ainsi les forces par lesquelles les Planètes rendent aux centres ou aux foyers de leurs orbites, suivent en effet la loi du quarré de la distance; & la gravitation étant générale & universelle, la loi de cette gravitation est constamment celle de la raison inverse du quarré de la distance, & je ne crois pas que personne doute de la loi de Képler, & qu'on puisse nier que cela ne soit ainsi pour Mercure, pour Vénus, pour la Terre, pour Mars, pour Jupiter & pour Saturne, sur-tout en les considérant à part & comme ne pouvant se troubler les uns les autres, & en ne faisant attention qu'à leur mouvement autour du Soleil.

Toutes les fois donc qu'on ne considérera qu'une planète ou qu'un satellite, se mouvant dans son orbite autour du



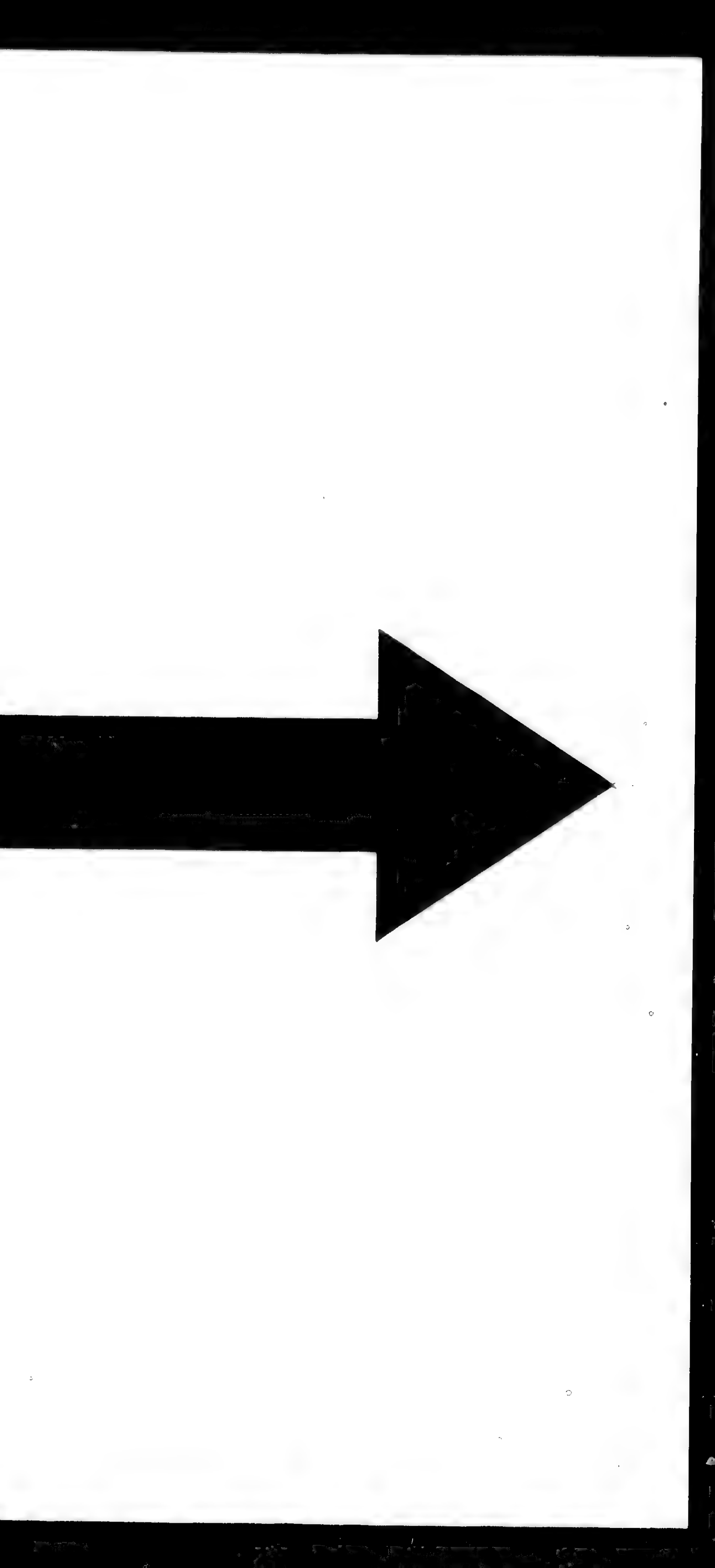
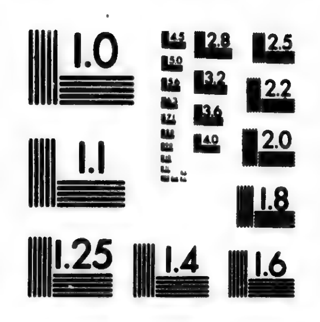
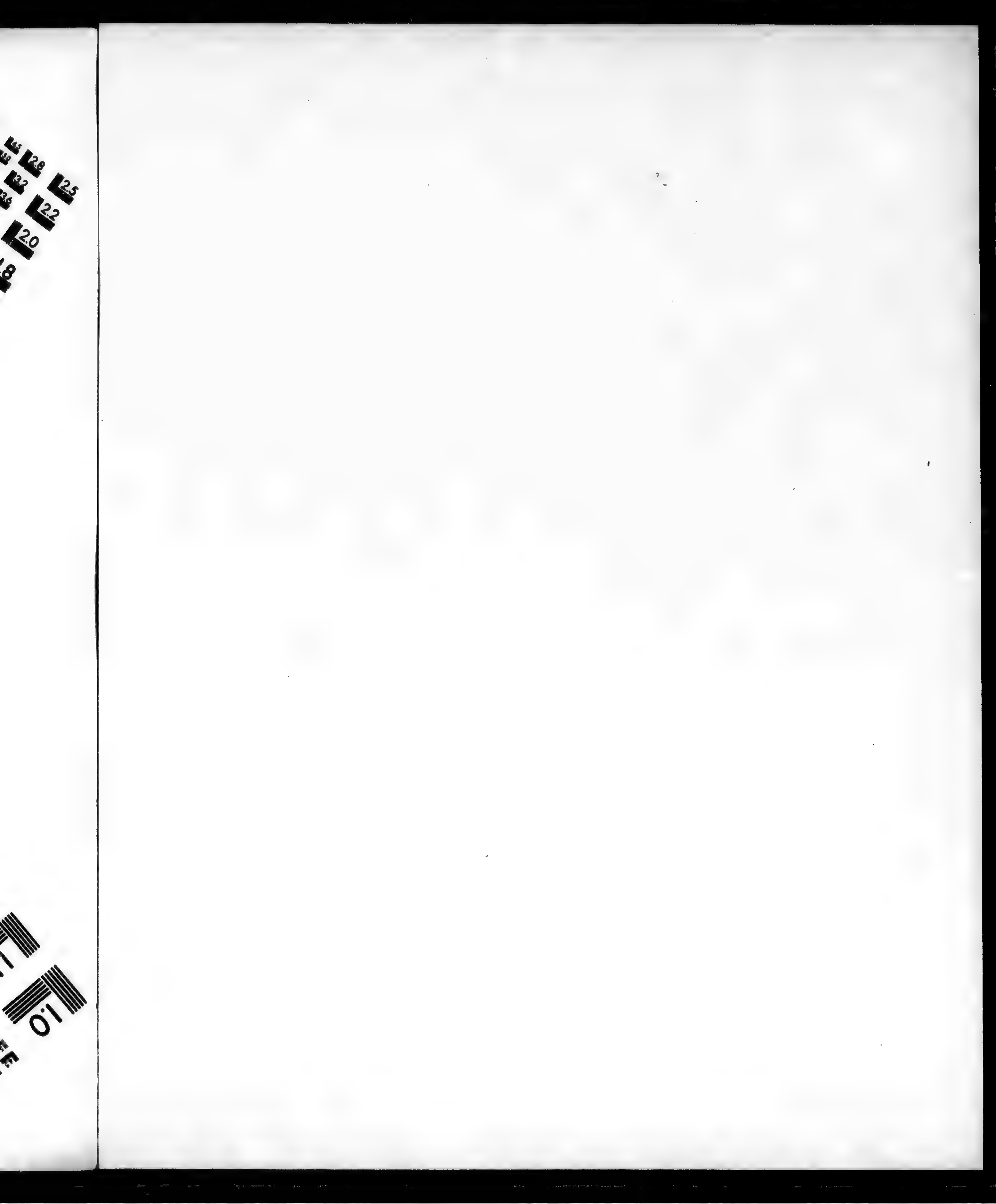


IMAGE EVALUATION
TEST TARGET (MT-3)



6"



Soleil ou d'une autre Planète, ou qu'on n'aura que deux corps tous deux en mouvement, ou dont l'un est en repos & l'autre en mouvement, on pourra assurer que la loi de l'attraction suit exactement la raison inverse du quarré de la distance, puisque, par toutes les observations, la loi de Képler se trouve vraie, tant pour les planètes principales, que pour le satellites de Jupiter & de Saturne. Cependant on pourroit dès ici faire une objection tirée des mouvemens de la Lune, qui sont irréguliers au point que M. Halley l'appelle *Sidus contumax*, & principalement du mouvement de ses apsides, qui ne sont pas immobiles comme le demande la supposition géométrique, sur laquelle est fondé le résultat qu'on a trouvé de la raison inverse du quarré de la distance pour la mesure de la force d'attraction dans les planètes.

A cela il y a plusieurs manières de répondre; d'abord on pourroit dire que la loi s'observant généralement dans toutes les autres planètes avec exactitude, un seul phénomène où cette même exactitude ne se trouve pas, ne doit pas détruire cette

loi; on peut le regarder comme une exception dont on doit chercher la raison particulière. En second lieu, on pourroit répondre comme l'a fait M. Cotes, que quand même on accorderoit que la loi d'attraction n'est pas exactement dans ce cas en raison inverse du quarré de la distance, & que cette raison est un peu plus grande, cette différence peut s'estimer par le calcul, & qu'on trouvera qu'elle est presque insensible puisque la raison de la force centripète de la Lune qui de toutes est celle qui doit être le plus troublée, approche soixante fois plus près de la raison du quarré que de la raison du cube de la distance : *Responderi potest etiamsi concedamus hunc motum tardissimum exinde profectum quòd vis centripetæ proportio aberret aliquantulum à duplicatâ, aberrationem illam per computum mathematicum inveniri posse, & planè insensibilem esse; ista enim ratio vis centripetæ Lunaris quæ omnium maximè turbari debet, paululùm quidem duplicatam superabit; ad hanc vero sexaginta ferè vicibus propiùs accedet quàm ad triplicatam. Sed verior erit responsio, &c.* Edit. præf. in edit. 2.de Newton. *Auctore Roger Cotes.*

Et en troisième lieu, on doit répondre plus positivement, que ce mouvement des apsides ne vient point de ce que la loi d'attraction est un peu plus grande que dans la raison inverse du quarré de la distance, mais de ce qu'en effet le Soleil agit sur la Lune par une force d'attraction qui doit troubler son mouvement, & produire celui des apsides, & que par conséquent cela seul pourroit bien être la cause qui empêche la Lune de suivre exactement la règle de Képler. Newton a calculé, dans cette vue, les effets de cette force perturbatrice, & il a tiré de sa théorie les équations & les autres mouvemens de la Lune, avec une telle précision, qu'ils répondent très-exactement & à quelques secondes près, aux observations faites par les meilleurs Astronomes; mais pour ne parler que du mouvement des apsides, il fait sentir dès la XLV.me proposition du premier Livre, que la progression de l'apogée de la Lune vient de l'action du Soleil; en sorte que jusqu'ici tout s'accorde, & sa théorie se trouve aussi vraie & aussi exacte dans tous les cas les plus compliqués, comme dans ceux qui le sont le moins.

Cependant un de nos grands Géomètres a prétendu *(c)* que la quantité absolue du mouvement de l'apogée, ne pouvoit pas se tirer de la théorie de la gravitation, telle qu'elle est établie par Newton, parce qu'en employant les loix de cette théorie, on trouve que ce mouvement ne devroit s'achever qu'en dix-huit ans, au lieu qu'il s'achève en neuf ans. Malgré l'autorité de cet habile Mathématicien, & les raisons qu'il a données pour soutenir son opinion, j'ai toujours été convaincu, comme je le suis encore aujourd'hui, que la théorie de Newton s'accorde avec les observations; je n'entreprendrai pas ici de faire l'examen qui seroit nécessaire pour prouver qu'il n'est pas tombé dans l'erreur qu'on lui reproche, je trouve qu'il est plus court d'assurer la loi de l'attraction telle qu'elle est, & de faire voir que la loi que M. Clairaut a voulu substituer à celle de Newton, n'est qu'une supposition qui implique contradiction.

Car, admettons pour un instant ce que

(c) M. Clairaut. Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année* 1745.

M. Clairaut prétend avoir démontré que, par la théorie de l'attraction mutuelle, le mouvement des apsides devroit se faire en dix-huit ans, au lieu de se faire en neuf ans, & souvenons-nous en même temps qu'à l'exception de ce phénomène, tous les autres, quelque compliqués qu'ils soient, s'accordent dans cette même théorie, très-exactement avec les observations; à en juger d'abord par les probabilités, cette théorie doit subsister, puisqu'il y a un nombre très-considérable de choses où elle s'accorde parfaitement avec la Nature, qu'il n'y a qu'un seul cas où elle en diffère, & qu'il est fort aisé de se tromper dans l'énumération des causes d'un seul phénomène particulier; il me paroît donc que la première idée qui doit se présenter, est qu'il faut chercher la raison particulière de ce phénomène singulier, & il me semble qu'on pourroit en imaginer quelqu'une; par exemple, si la force magnétique de la Terre pouvoit, comme le dit Newton, entrer dans le calcul, on trouveroit peut-être qu'elle influe sur le mouvement de la Lune, & qu'elle pourroit produire cette accélération dans le mouvement de l'apo-

gée, & c'est dans ce cas où en effet il faudroit employer deux termes pour exprimer la mesure des forces qui produisent le mouvement de la Lune. Le premier terme de l'expression seroit toujours celui de la loi de l'attraction universelle ; c'est-à-dire, la raison inverse & exacte du quarré de la distance, & le second terme représenteroit la mesure de la force magnétique.

Cette supposition est sans doute mieux fondée que celle de M. Clairaut, qui me paroît beaucoup plus hypothétique, & sujette d'ailleurs à des difficultés invincibles : exprimer la loi d'attraction par deux ou plusieurs termes, ajouter à la raison inverse du quarré de la distance une fraction du quarré-quarré, au lieu de $\frac{1}{xx}$ mettre $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$ me paroît n'être autre chose que d'ajuster une expression de telle façon qu'elle corresponde à tous les cas ; ce n'est plus une loi physique que cette expression représente ; car, en se permettant une fois de mettre un second, un troisième, un quatrième terme, &c. on pourroit trouver une expression qui, dans

toutes les loix d'attraction, représenteroit les cas dont il s'agit, en l'ajustant en même temps aux mouvemens de l'apogée de la Lune & aux autres phénomènes; & par conséquent cette supposition, si elle étoit admise, non-seulement anéantiroit la loi de l'attraction en raison inverse du quarré de la distance, mais même donneroit entrée à toutes les loix possibles & imaginables: une loi en Physique, n'est loi que parce que sa mesure est simple, & que l'échelle qui la représente est non-seulement toujours la même, mais encore qu'elle est unique, & qu'elle ne peut être représentée par une autre échelle; or toutes les fois que l'échelle d'une loi ne sera pas représentée par un seul terme, cette simplicité & cette unité d'échelle, qui fait l'essence de la loi, ne subsiste plus, & par conséquent il n'y a plus aucune loi physique.

Comme ce dernier raisonnement pourroit paroître n'être que de la métaphysique, & qu'il y a peu de gens qui la sachent apprécier, je vais tâcher de le rendre sensible, en m'expliquant davantage. Je dis donc que toutes les fois qu'on voudra

établir par la loi sur l'augmentation ou la diminution d'une qualité ou d'une quantité physique, on est strictement assujetti à n'employer qu'un terme pour exprimer cette loi : ce terme est la représentation de la mesure qui doit varier, comme en effet la quantité à mesure varie ; en sorte que si la quantité, n'étant d'abord qu'un pouce, devient ensuite un pied, une aune, une toise, une lieue, &c. le terme qui l'exprime, devient successivement toutes ces choses, ou plutôt les représente dans le même ordre de grandeur, & il en est de même de toutes les autres raisons dans lesquelles une quantité peut varier.

De quelque façon que nous puissions donc supposer qu'une qualité physique puisse varier, comme cette qualité est une, sa variation sera simple & toujours exprimable par un seul terme, qui en sera la mesure ; &, dès qu'on voudra employer deux termes, on détruira l'unité de la qualité physique, parce que ces deux termes représenteront deux variations différentes dans la même qualité, c'est-à-dire, deux qualités au lieu d'une : deux termes sont en effet deux mesures, toutes deux

variables & inégalement variables, & dès-lors elles ne peuvent être appliquées à un sujet simple, à une seule qualité; & si on admet deux termes pour représenter l'effet de la force centrale d'un astre, il est nécessaire d'avouer qu'au lieu d'une force il y en a deux, dont l'une sera relative au premier terme, & l'autre relative au second terme; d'où l'on voit évidemment qu'il faut, dans le cas présent, que M. Clairaut admette nécessairement une autre force différente de l'attraction, s'il emploie deux termes pour représenter l'effet total de la force centrale d'une planète.

Je ne sais pas comment on peut imaginer qu'une loi physique, telle qu'est celle de l'attraction, puisse être exprimée par deux termes par rapport aux distances, car s'il y avoit, par exemple, une masse *M* dont la vertu attractive fût exprimée par $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, n'en résulteroit-il pas le même effet que si cette masse étoit composée de deux matières différentes, comme, par exemple, de $\frac{1}{2}M$, dont la loi d'attraction fût exprimée par $\frac{2aa}{xx}$ & de $\frac{1}{2}M$,

dont l'attraction fût $\frac{2b}{x^4}$? cela me paroît absurde.

Mais, indépendamment de ces impossibilités qu'implique la supposition de M. Clairaut, qui détruit aussi l'unité de loi sur laquelle est fondée la vérité & la belle simplicité du système du monde, cette supposition souffre bien d'autres difficultés que M. Clairaut devoit, ce me semble, se proposer avant que de l'admettre, & commencer au moins par examiner d'abord toutes les causes particulières qui pourroient produire le même effet. Je sens que si j'eusse résolu, comme M. Clairaut, le problème des trois corps, & que j'eusse trouvé que la théorie de la gravitation ne donne en effet que la moitié du mouvement de l'apogée, je n'en aurois pas tiré la conclusion qu'il en tire contre la loi de l'attraction; aussi est-ce cette conclusion que je contredis, & à laquelle je ne crois pas qu'on soit obligé de souscrire, quand même M. Clairaut auroit pu démontrer l'insuffisance de toutes les autres causes particulières.

Newton dit, *page 547, tome III;*

In his computationibus attractionem magneticam terræ non consideravi, cujus itaque quantitas perparva est & ignoratur; si quando verò hæc attractio investigari poterit, & mensura graduum in meridiano, ac longitudines pendulorum isochronorum in diversis parallelis, legesque motuum maris & parallaxis Lunæ cum diametris apparentibus Solis & Lunæ ex phænomenis accuratiùs determinata fuerint, licebit calculum hunc omnem accuratiùs repetere. Ce passage ne prouve-t-il pas bien clairement que Newton n'a pas prétendu avoir fait l'énumération de toutes les causes particulières, & n'indique-t-il pas en effet que, si on trouve quelques différences avec sa théorie & les observations, cela peut venir de la force magnétique de la Terre ou de quelque autre cause secondaire, & par conséquent, si le mouvement des apsides ne s'accorde pas aussi exactement avec sa théorie que le reste, faudra-t-il pour cela ruiner sa théorie par le fondement, en changeant la loi générale de la gravitation? ou plutôt ne faudra-t-il pas attribuer à d'autres causes cette différence, qui ne se trouve que dans ce seul phénomène? M. Clairaut a

proposé une difficulté contre le système de Newton, mais ce n'est tout au plus qu'une difficulté qui ne doit ni ne peut devenir un principe ; il faut chercher à la résoudre, & non pas en faire une théorie dont toutes les conséquences ne sont appuyées que sur un calcul ; car, comme je l'ai dit, on peut tout représenter avec un calcul, & on ne réalise rien ; & si on se permet de mettre un ou plusieurs termes à la suite de l'expression d'une loi physique, comme l'est celle de l'attraction, on ne nous donne plus que de l'arbitraire, au lieu de nous représenter la réalité.

Au reste, il me suffit d'avoir établi les raisons qui me font rejetter la supposition de M. Clairaut, celles que j'ai de croire que, bien loin qu'il ait pu donner atteinte à la loi de l'attraction, & renverser l'Astronomie physique, elle me paroît au contraire demeurer dans toute sa vigueur, & avoir des forces pour aller encore bien loin, & cela sans que je prétende avoir dit, à beaucoup près, tout ce qu'on peut dire sur cette matière, à laquelle je desirerois qu'on donnât, sans prévention, toute l'attention qu'il faut pour la bien juger.

ADDITION.

JE ME SUIS BORNÉ à démontrer que la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut être exprimée que par un terme, & non pas deux ou plusieurs termes; que par conséquent l'expression que M. Clairaut a voulu substituer à la loi du quarré des distances, n'est qu'une supposition qui renferme une contradiction, c'est-là le seul point auquel je me suis attaché; mais, comme il paroît par sa réponse qu'il ne m'a pas assez entendu *(d)*, je vais tâcher de rendre mes raisons plus intelligibles en les traduisant en calcul, ce sera la seule réplique que je ferai à sa réponse.

La loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes.

I.re DÉMONSTRATION.

SUPPOSONS que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{a}{x^4}$ représente l'effet de cette force par rapport

(d) Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année* 1745, *pages* 493, 529, 551, 577 & 580.

à la diſtance x, ou, ce qui revient au même, ſuppoſons que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ qui repréſente la force accélératrice, ſoit égale à une quantité donnée A pour une certaine diſtance ; en réſolvant cette équation, la racine x ſera ou imaginaire, ou bien elle ira aux deux valeurs différentes : donc, à différentes diſtances, l'attraction ſeroit la même, ce qui eſt abſurde : donc la loi de l'attraction, par rapport à la diſtance, ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

II.me DÉMONSTRATION.

La même expreſſion $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ ſi x devient très-grand, pourra ſe réduire à $\frac{1}{x^2}$, & ſi x devient très-petit, elle ſe réduira à $\pm \frac{1}{x^4}$, de ſorte que ſi $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^n}$ l'expoſant n doit être un nombre compris entre 2 & 4, cependant ce même expoſant n doit néceſſairement renfermer x, puiſque la quantité d'attraction doit, de façon ou d'autre, être meſurée par la diſtance ; cette expreſſion prendra donc

alors une forme comme $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} = \frac{1}{xn}$, ou $= \frac{1}{x+r}$; donc une quantité, qui doit être néceſſairement un nombre compris entre 2 & 4, pourroit cependant devenir infinie, ce qui eſt abſurde; donc l'attraction ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

On voit que les démonſtrations ſeroient les mêmes contre toutes les expreſſions poſſibles qui ſeroient compoſées de plusieurs termes; donc la loi d'attraction ne peut être exprimée que par un ſeul terme.

SECONDE ADDITION.

JE NE VOULOIS rien ajouter à ce que j'ai dit au ſujet de la loi de l'attraction, ni faire aucune réponſe au nouvel écrit de M. Clairaut *(e)*: mais comme je crois qu'il eſt utile pour les Sciences d'établir d'une manière certaine la propoſition que j'ai avancée, ſavoir, que la loi de l'attraction, & même toute autre loi phyſique, ne peut jamais être exprimée que

(e) Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année* 1745, *pages* 577 & 578.

par un ſeul terme, & qu'une nouvelle vérité de cette eſpèce, peut prévenir un grand nombre d'erreurs & de fauſſes applications dans les Sciences Phyſico-mathématiques, j'ai cherché pluſieurs moyens de la démontrer.

On a vu, dans mon Mémoire, les raiſons métaphyſiques, par leſquelles j'établis que la meſure d'une qualité phyſique & générale dans la Nature eſt toujours ſimple; que la loi qui repréſente cette meſure ne peut donc jamais être compoſée; qu'elle n'eſt réellement que l'expreſſion de l'effet ſimple d'une qualité ſimple; que l'on ne peut donc exprimer cette loi par deux termes, parce qu'une qualité qui eſt une, ne peut jamais avoir deux meſures. Enſuite, *dans l'addition à ce Mémoire*, j'ai prouvé démonſtrativement cette même vérité par la réduction à l'abſurde & par le calcul; ma démonſtration eſt vraie, car il eſt certain en général que ſi l'on exprime la loi de l'attraction par une fonction de la diſtance, & que cette fonction ſoit compoſée de deux ou pluſieurs termes, comme $\frac{1}{x^m} \pm \frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x^r}$, &c.

& que l'on égale cette fonction à une quantité constante A pour une certaine distance; il est certain, dis-je, qu'en résolvant cette équation, la racine x aura des valeurs imaginaires dans tous les cas, & aussi des valeurs réelles, différentes dans presque tous les cas, & que ce n'est que dans quelques cas, comme dans celui de $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^4} = A$, où il y aura deux racines réelles égales, dont l'une sera positive & l'autre négative; cette exception particulière ne détruit donc pas la vérité de ma démonstration, qui est pour une fonction quelconque; car si en général l'expression de la loi d'attraction est $\frac{1}{xx} + m x^n$, l'exposant n ne peut pas être négatif & plus grand que 2, puisqu'alors la pesanteur deviendroit infinie dans le point de contact; l'exposant n est donc nécessairement positif, & le coëfficient m doit être négatif pour faire avancer l'apogée de la Lune; par conséquent le cas particulier $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^4}$ ne peut jamais représenter la loi de la pesanteur: & si on se permet une fois d'exprimer cette loi

par une fonction de deux termes, pourquoi le second de ces termes seroit-il nécessairement positif? il y a, comme l'on voit, beaucoup de raisons pour que cela ne soit pas, & aucune raison pour que cela soit.

Dès le temps que M. Clairaut proposa, pour la première fois, de changer la loi de l'attraction & d'y ajouter un terme, j'avois senti l'absurdité qui résultoit de cette supposition, & j'avois fait mes efforts pour la faire sentir aux autres; mais j'ai depuis trouvé une nouvelle manière de la démontrer, qui ne laissera, à ce que j'espère, aucun doute sur ce sujet important: voici mon raisonnement que j'ai abrégé autant qu'il m'a été possible.

Si la loi de l'attraction, ou telle autre loi physique que l'on voudra, pouvoit être exprimée par deux ou plusieurs termes, le premier terme étant, par exemple, $\frac{1}{xx}$, il seroit nécessaire que le second terme eût un coëfficient indéterminé, & qu'il fût, par exemple, $\frac{1}{mx^4}$; & de même si cette loi étoit exprimée par trois termes, il y auroit deux coëfficiens indéterminés,

l'un au second, & l'autre au troisième terme, &c. dès-lors cette loi d'attraction, qui seroit exprimée par deux termes $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$, renfermeroit donc une quantité *m* qui entreroit nécessairement dans la mesure de la force.

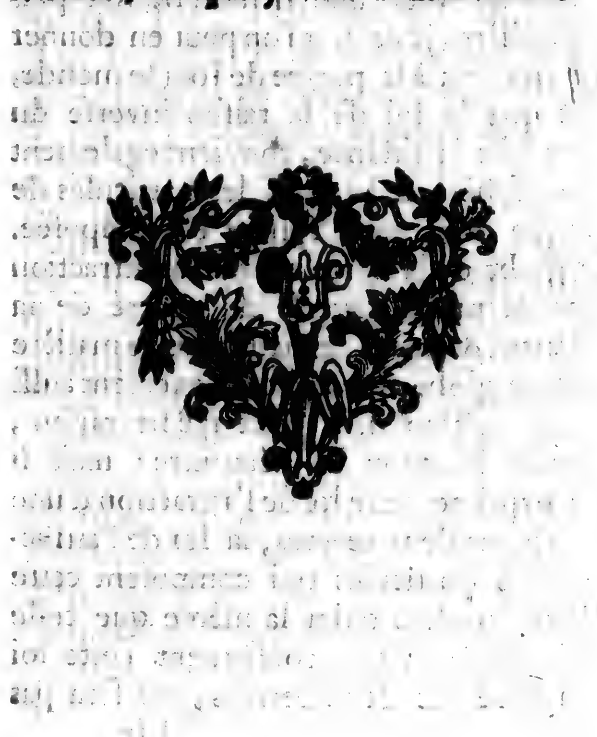
Or je demande ce que c'est que ce coëfficient *m*, il est clair qu'il ne dépend ni de la masse, ni de la distance; que ni l'une ni l'autre ne peuvent jamais donner sa valeur, comment peut-on donc supposer qu'il y ait en effet une telle quantité physique; existe-t-il dans la Nature un coëfficient comme un 4, un 5, un 6, &c. & n'y a-t-il pas de l'absurdité à supposer qu'un nombre puisse exister réellement ou qu'un coëfficient puisse être une qualité essentielle à la matière? il faudroit pour cela qu'il y eût dans la Nature des phénomènes purement numériques & du même genre que ce coëfficient *m*, sans cela il est impossible d'en déterminer la valeur, puisqu'une quantité quelconque ne peut jamais être mesurée que par une autre quantité de même genre; il faut donc que M. Clairaut

commence par nous prouver que les nombres ſont des êtres réels actuellement exiſtans dans la Nature, ou que les coëfficiens ſont des qualités phyſiques, s'il veut que nous convenions avec lui que la loi d'attraction, ou toute autre loi phyſique, puiſſe être exprimée par deux ou pluſieurs termes.

Si l'on veut une démonſtration plus particulière, je crois qu'on peut en donner une qui ſera à la portée de tout le monde, c'eſt que la loi de la raiſon inverſe du quarré de la diſtance, convient également à une ſphère & à toutes les particules de matière dont cette ſphère eſt composée. Le globe de la Terre exerce ſon attraction dans la raiſon inverſe du quarré de la diſtanee; & toutes les particules de matière dont ce globe eſt composé, exercent auſſi leur attraction dans cette même raiſon, comme Newton l'a démontré; mais ſi l'on exprime cette loi de l'attraction d'une ſphère par deux termes, la loi de l'attraction des particules qui composent cette ſphère, ne ſera point la même que celle de la ſphère; par conſéquent cette loi composée de deux termes, ne ſera pas

généralе, ou plutôt ne ſera jamais la loi de la Nature.

Les raiſons métaphyſiques, mathématiques & phyſiques s'accordent donc toutes à prouver que la loi de l'attraction ne peut être exprimée que par un ſeul terme, & jamais par deux ou pluſieurs termes, c'eſt la propoſition que j'ai avancée, & que j'avois à démontrer.



****

INTRODUCTION
À L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

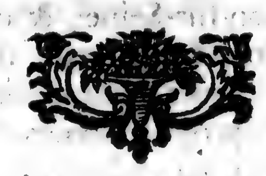
DEPUIS vingt-cinq ans que j'ai jeté ſur le papier mes idées ſur la théorie de la Terre, & ſur la nature des matières minérales dont le globe eſt principalement compoſé, j'ai eu la ſatisfaction de voir cette théorie confirmée par le témoignage unanime des Navigateurs, & par de nouvelles obſervations que j'ai eu ſoin de recueillir; il m'eſt auſſi venu, dans ce long eſpace de temps, quelques penſées neuves, dont j'ai cherché à conſtater la valeur & la réalité par des expériences; de nouveaux faits acquis par ces expériences, des rapports plus ou moins éloignés, tirés de ces mêmes faits, des réflexions en conſéquence, le tout lié à mon ſyſtême général, & dirigé par une vue conſtante vers les grands objets de la Nature; voilà

ce que je crois devoir présenter aujourd'hui à mes Lecteurs ; sur-tout à ceux qui, m'ayant honoré de leur suffrage, aiment assez l'Histoire naturelle, pour chercher avec moi les moyens de l'étendre & de l'approfondir.

Je commencerai par la partie expérimentale de mon travail, parce que c'est sur les résultats de mes expériences que j'ai fondé tous mes raisonnemens, & que les idées même les plus conjecturales, & qui pourroient paroître trop hasardées, ne laissent pas d'y tenir par des rapports qui seront plus ou moins sensibles à des yeux plus ou moins attentifs, plus ou moins exercés, mais qui n'échapperont pas à l'esprit de ceux qui savent évaluer la force des inductions, & apprécier la valeur des analogies.

Et comme il s'est écoulé bien des années depuis que j'ai commencé de publier mon ouvrage sur l'Histoire naturelle, & que le nombre des volumes s'est beaucoup augmenté, j'ai cru que, pour ne pas rendre mon livre trop à charge au public, je devois m'interdire la liberté d'en donner une nouvelle édition corrigée & augmentée ;

aussi, dans le grand nombre de réimpressions qui se sont faites de cet ouvrage, il n'y a pas eu un seul mot de changé. Pour ne pas rendre aujourd'hui toutes ces éditions superflues, j'ai pris le parti de mettre en deux ou trois volumes de supplément, les corrections, additions, dévéloppemens & explications que j'ai jugées nécessaires à l'intelligence des sujets que j'ai traités. Ces supplémens contiendront beaucoup de choses nouvelles & d'autres plus anciennes, dont quelques-unes ont été imprimées, soit dans les Mémoires de l'Academie des Sciences, soit ailleurs, je les ai divisés par parties relatives aux différens objets de l'histoire de la Nature, & j'en ai formé plusieurs Mémoires qui peuvent être lus indépendamment les uns des autres, mais que j'ai seulement rapprochés selon l'ordre des matières.



PREMIER MÉMOIRE.

Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les corps.

J'ai fait faire dix boulets de fer forgé & battu :

	pouces.
Le premier d'un demi-pouce de diamètre.	$\frac{1}{2}$.
Le ſecond d'un pouce.	1.
Le troiſième d'un pouce & demi.	1 $\frac{1}{2}$.
Le quatrième de deux pouces.	2.
Le cinquième de deux pouces & demi. . .	2 $\frac{1}{2}$.
Le ſixième de trois pouces.	3.
Le ſeptième de trois pouces & demi. . . .	3 $\frac{1}{2}$.
Le huitième de quatre pouces.	4.
Le neuvième de quatre pouces & demi. . .	4 $\frac{1}{2}$.
Le dixième de cinq pouces.	5.

Ce fer venoit de la forge de Chameçon, près Châtillon-ſur-Seine, & comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids ſe ſont trouvés à très-peu-près proportionnels aux volumes.

Le boulet d'un demi-pouce peſoit 190 grains, *ou* 2 gros 46 grains.

Le boulet d'un pouce pesoit 1522 grains, *ou* 2 onces 5 gros 10 grains.

Le boulet d'un pouce ½ pesoit 5136 grains, *ou* 8 onces 7 gros 24 grains.

Le boulet de 2 pouces pesoit 12173 grains, *ou* 1 livre 5 onces 1 gros 5 grains.

Le boulet de 2 pouces ½ pesoit 23781 grains, *ou* 2 livres 9 onces 2 gros 21 grains.

Le boulet de trois pouces pesoit 41085 grains, *ou* 4 livres 7 onces 2 gros 45 grains.

Le boulet de 3 pouces ½ pesoit 65254 grains, *ou* 7 livres 1 once 2 gros 22 grains.

Le boulet de quatre pouces 97388 grains, *ou* 10 livres 9 onces 44 grains.

Le boulet de 4 pouces ½ pesoit 138179 grains, *ou* 14 livres 15 onces 7 gros 11 grains.

Le boulet de 5 pouces pesoit 190211 grains, *ou* 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains.

Tous ces poids ont été pris juste avec de très-bonnes balances, en faisant limer peu-à-peu ceux des boulets qui se sont trouvés un peu trop forts.

Avant de rapporter les expériences, j'observerai :

1.° Que, pendant tout le temps qu'on les a faites, le thermomètre exposé à l'air libre étoit à la congélation ou à quelques

degrés au-dessous (a); mais qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre étoit à-peu-près à dix degrés au-dessus de la congélation, c'est-à-dire au degré de la température des caves de l'Observatoire; & c'est ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la Terre.

2.° J'ai cherché à saisir deux instans dans le refroidissement; le premier où les boulets cessoient de brûler, c'est-à-dire, le moment où on pouvoit les toucher & les tenir avec la main pendant une seconde, sans se brûler; le second temps de ce refroidissement étoit celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire, à dix degrés au-dessus de la congélation. Et pour connoître le moment de ce refroidissement jusqu'à la température actuelle, on s'est servi d'autres boulets de comparaison de même matière & de mêmes diamètres qui n'avoient pas été chauffés, & que l'on touchoit en même temps que ceux qui avoient été chauffés. Par cet attouchement

(a) Division de Réaumur.

immédiat & ſimultané de la main ou des deux mains ſur les deux boulets, on pouvoit juger aſſez bien du mouvement où ces boulets étoient également froids: cette manière ſimple eſt non-ſeulement plus aiſée que le thermomètre qu'il eût été difficile d'appliquer ici, mais elle eſt encore plus préciſe, parce qu'il ne s'agit que de juger de l'égalité & non pas de la proportion de la chaleur, & que nos ſens ſont meilleurs juges que les inſtrumens de tout ce qui eſt abſolument égal ou parfaitement ſemblable. Au reſte, il eſt plus aiſé de reconnoître l'inſtant où les boulets ceſſent de brûler que celui où ils ſe ſont refroidis à la température actuelle, parce qu'une ſenſation vive eſt toujours plus préciſe qu'une ſenſation tempérée, attendu que la première nous affecte d'une manière plus forte.

3.° Comme le plus ou le moins de poli ou de brut ſur le même corps fait beaucoup à la ſenſation du toucher, & qu'un corps poli ſemble être plus froid s'il eſt froid, & plus chaud s'il eſt chaud, qu'un corps brut de même matière, quoiqu'ils le ſoient tous deux également, j'ai eu ſoin que les

boulets froids fussent bruts & semblables à ceux qui avoient été chauffés dont la surface étoit semée de petites éminences produites par l'action du feu.

EXPÉRIENCES.

I.

Le boulet d'un demi-pouce a été chauffé à blanc en 2 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 12 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 39 minutes.

II.

Le boulet d'un pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 35 minutes $\frac{1}{2}$.

Refroidi au point de la température actuelle en 1 heure 33 minutes.

III.

Le boulet d'un pouce & demi a été chauffé à blanc en 9 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 58 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 2 heures 25 minutes.

I V.

Le boulet de 2 pouces a été chauffé à blanc en 13 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 20 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 3 heures 16 minutes.

V.

Le boulet de deux pouces & demi a été chauffé à blanc en 16 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en une heure 42 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 4 heures 30 minutes.

V I.

Le boulet de 3 pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes ½.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 7 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 8 minutes.

V I I.

Le boulet de 3 pouces & demi a été chauffé à blanc en 23 minutes ½.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heuers 36 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 56 minutes.

VIII.

Le boulet de 4 pouces a été chauffé à blanc en 27 minutes ½.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 2 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 6 heures 55 minutes.

IX.

Le boulet de 4 pouces & demi a été chauffé à blanc en 31 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 25 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 7 heures 46 minutes.

X.

Le boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 52 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 8 heures 42 minutes.

La différence la plus constante que l'on puisse prendre entre chacun des termes qui expriment le temps du refroidissement, depuis l'instant où l'on tire les boulets du feu, jusqu'à celui où on peut les toucher sans se brûler, se trouve être de vingt-quatre minutes; car, en supposant

chaque terme augmenté de vingt-quatre, on aura

12′, 36′, 60′, 84′, 108′, 132′, 156′, 180′, 204′, 228′.

Et la ſuite des temps réels de ces refroidiſſemens trouvés par les expériences précédentes, eſt

12′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′ 232′.

Ce qui approche de la première autant que l'expérience peut approcher du calcul.

De même la différence la plus conſtante que l'on puiſſe prendre entre chacun des termes du refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, ſe trouve être de 54 minutes; car en ſuppoſant chaque terme augmenté de 54, on aura

39′, 93′, 147′, 201′, 255′, 309′, 363′, 417′, 471′, 525′.

Et la ſuite des temps réels de ce refroidiſſement, trouvés par les expériences précédentes, eſt

39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

Ce qui approche auſſi beaucoup de la première ſuite ſuppoſée.

J'ai fait une ſeconde & une troiſième fois les mêmes expériences ſur les mêmes boulets; mais j'ai vu que je ne pouvois compter que ſur les premières, parce que je me ſuis aperçu qu'à chaque fois qu'on chauffoit les boulets, ils perdoient conſidérablement de leur poids; car

Le boulet d'un demi-pouce, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la dix-huitième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la ſeizième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce & demi, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la quinzième partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à-peu-près la quatorzième partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces & demi, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à-peu-près la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à-peu-près la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces & demi, après

avoir été chauffé trois fois, avoit perdu encore un peu plus de la treizième partie de son poids.

Le boulet de quatre pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la douzième partie & demie de son poids.

Le boulet de quatre pouces & demi, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu un peu plus de la douzième partie & demie de son poids.

Le boulet de cinq pouces, après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à très-peu-près la douzième partie de son poids, car il pesoit, avant d'avoir été chauffé, vingt livres dix onces un gros 59 grains *(a)*.

On voit que cette perte sur chacun

(a) Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes expériences sur des boulets de fonte de fer ; mais M. de Montbeillard, Lieutenant-colonel du régiment Royal-Artillerie, m'a communiqué la note suivante qui y supplée parfaitement. On a pesé plusieurs boulets, avant de les chauffer, qui se sont trouvés du poids de vingt-sept livres & plus. Après l'opération, ils ont été réduits à vingt-quatre livres & un quart & vingt-quatre livres & demie. On a vérifié sur une grande quantité de boulets, que plus on les a chauffés & plus ils ont augmenté de volume & diminué de poids ; enfin sur quarante mille boulets chauffés & râpés pour les réduire au calibre des canons, on a perdu dix mille, c'est-à-dire, un quart, en sorte qu'à tous égards cette pratique est mauvaise.

des boulets eſt extrêmement conſidérable, & qu'elle paroît aller en augmentant, à meſure que les boulets ſont plus gros, ce qui vient, à ce que je préſume, de ce que l'on eſt obligé d'appliquer le feu violent d'autant plus long-tems, que les corps ſont plus grands; mais en tout cette perte de poids, non-ſeulement eſt occaſionnée par le détachement des parties de la ſurface qui ſe réduiſent en ſcories, & qui tombent dans le feu; mais encore par une eſpèce de deſſèchement ou de calcination intérieure qui diminue la peſanteur des parties conſtituantes du fer; en ſorte qu'il paroît que le feu violent rend le fer ſpécifiquement plus léger à chaque fois qu'on le chauffe. Au reſte, j'ai trouvé par des expériences ultérieures, que cette diminution de peſanteur varie beaucoup, ſelon la différente qualité du fer.

Ayant donc fait faire ſix nouveaux boulets, depuis un demi-pouce juſqu'à trois pouces de diamètre, & du même poids que les premiers, j'ai trouvé les mêmes progreſſions tant pour l'entrée que pour la ſortie de la chaleur, & je me ſuis aſſuré que le fer s'échauffe & ſe

refroidit en effet comme je viens de l'exposer.

Un passage de Newton *(b)* a donné naissance à ces expériences.

Globus ferri candentis, digitum unum latus; calorem suum omnem spatio horæ unius in aëre consistens, vix amitteret. Globus autem major calorem diutiùs conservaret in ratione diametri, propterea quòd superficies (ad cujus mensuram per contactum aëris ambientis refrigeratur) in illâ ratione minor est pro quantitate materiæ suæ calidæ inclusæ. Ideòque globus ferri candentis huic terræ æqualis, id est, pedes plus minùs 40000000 latus, diebus totidem & idcirco annis 50000, vix refrigesceret. Suspicor tamen quòd duratio caloris ob causas latentes augeatur in minori ratione quàm eâ diametri; & optarim rationem veram per experimenta investigari.

Newton desiroit donc qu'on fît les expériences que je viens d'exposer, & je me suis déterminé à les tenter non-seulement parce que j'en avois besoin pour des vues semblables aux siennes, mais

(b) Princip. Mathém. *Lond.* 1726, *page* 509.

encore parce que j'ai cru m'appercevoir que ce grand homme pouvoit s'être trompé, en disant que la durée de la chaleur devoit n'augmenter, par l'effet des causes cachées, qu'en *moindre* raison que celle du diamètre; il m'a paru au contraire en y réfléchissant, que ces causes cachées ne pouvoient que rendre cette raison plus grande au lieu de la faire plus petite.

Il est certain, comme le dit Newton, qu'un globe plus grand, conserveroit sa chaleur plus long-temps qu'un plus petit en raison du diamètre, si on supposoit ces globes composés d'une matière parfaitement perméable à la chaleur; en sorte que la sortie de la chaleur fût absolument libre, & que les particules ignées ne trouvassent aucun obstacle qui pût les arrêter ni changer le cours de leur direction; ce n'est que dans cette supposition mathématique, que la durée de la chaleur seroit en effet en raison du diamètre; mais les causes cachées dont parle Newton, & dont les principales sont les obstacles qui résultent de la perméabilité non absolue, imparfaite & inégale de toute matière solide,

ſolide, au lieu de diminuer le temps de la durée de la chaleur, doivent au contraire l'augmenter; cela m'a paru ſi clair, même avant d'avoir tenté mes expériences, que je ſerois porté à croire que Newton, qui voyoit clair auſſi juſque dans les choſes même qu'il ne faiſoit que ſoupçonner, n'eſt pas tombé dans cette erreur, & que le mot *minori ratione* au lieu de *majori*, n'eſt qu'une faute de ſa main ou de celle d'un copiſte, qui s'eſt gliſſée dans toutes les éditions de ſon ouvrage, du moins dans toutes celles que j'ai pu conſulter: ma conjecture eſt d'autant mieux fondée, que Newton paroît dire ailleurs, préciſément le contraire de ce qu'il dit ici; c'eſt dans la onzième queſtion de ſon Traité d'Optique *(d)*; « les corps d'un grand volume, dit-il, ne conſervent-ils pas « plus long-temps (Nota. *Ce mot* PLUS « LONG-TEMPS, *ne peut ſignifier ici* « *qu'en raiſon plus grande que celle du dia-* « *mètre)* leur chaleur, parce que leurs « parties s'échauffent réciproquement? & « un corps vaſte, denſe & fixe, étant une «

(d) Traduction de Coſte.

» fois échauffé au-delà d'un certain degré,
» ne peut-il pas jeter de la lumière en
» telle abondance, que par l'émission &
» la réaction de sa lumière, par les ré-
» flexions & les réfractions de ses rayons
» au-dedans de ses pores, il devienne
» toujours plus chaud, jusqu'à ce qu'il
» parvienne à un certain degré de chaleur
» qui égale la chaleur du Soleil ? & le
» Soleil & les Etoiles fixes, ne sont-ce
» pas de vastes terres violemment échauf-
» fées, dont la chaleur se conserve par la
» grosseur de ces corps, & par l'action
» & la réaction réciproque entr'eux & la
» lumière qu'ils jettent, leurs parties étant
» d'ailleurs empêchées de s'évaporer en
» fumée, non-seulement par leur fixité,
» mais encore par le vaste poids & la
» grande densité des athmosphères qui pe-
» sant de tous côtés, les compriment très-
» fortement, & condensent les vapeurs &
» les exhalaisons qui s'élèvent de ces
corps-là ! »

Par ce passage, on voit que Newton, non-seulement est ici de mon avis sur la durée de la chaleur qu'il suppose en raison plus grande que celle du diamètre,

mais encore qu'il renchérit beaucoup ſur cette augmentation, en diſant qu'un grand corps, par cela même qu'il eſt grand, peut augmenter ſa chaleur.

Quoi qu'il en ſoit, l'expérience a pleinement confirmé ma penſée. La durée de la chaleur ou, ſi l'on veut, le temps employé au refroidiſſement du fer, n'eſt point en plus *petite*, mais en plus *grande* raiſon que celle du diamètre; il n'y a, pour s'en aſſurer, qu'à comparer les progreſſions ſuivantes.

DIAMÈTRES.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 demi-pouces.

Temps du premier refroidiſſement, ſuppoſés en raiſon du diamètre.

12′, 24′, 36′, 48′, 60′, 72′, 84′, 96′, 108′ 120 minutes.

Temps réels de ce refroidiſſement, trouvés par l'expérience;

12′, 35′, $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′.

Temps du ſecond refroidiſſement, ſuppoſés en raiſon du diamètre.

39′, 78′, 117′, 156′, 195′, 234′, 273′, 312′, 351′, 390′.

Temps réels de ce second refroidissement, trouvés par l'expérience ; 39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

On voit, en comparant ces progressions terme à terme, que dans tous les cas la durée de la chaleur, non-seulement n'est pas en raison plus petite qne celle du diamètre, (comme il est écrit dans Newton), mais qu'au contraire cette durée est en raison considérablement plus grande.

Le docteur Martine, qui a fait un bon ouvrage sur les thermomètres, rapporte ce passage de Newton, & il dit qu'il avoit commencé de faire quelques expériences qu'il se proposoit de pousser plus loin ; qu'il croit que l'opinion de Newton est conforme à la vérité, & que les corps semblables conservent en effet la chaleur dans la proportion de leurs diamètres ; mais que quant au doute que Newton forme, si, dans les grands corps, cette proportion n'est pas moindre que celle des diamètres, il ne le croit pas suffisamment fondé. Le

docteur Martine avoit raiſon à cet égard ; mais en même-temps il avoit tort de croire, d'après Newton, que tous les corps ſemblables ſolides ou fluides, conſervent leur chaleur en raiſon de leurs diamètres ; il rapporte, à la vérité, des expériences faites avec de l'eau dans des vaſes de porcelaine, par leſquelles il trouve que les temps du refroidiſſement de l'eau ſont preſque proportionnels aux diamètres des vaſes qui la contiennent ; mais nous venons de voir que c'eſt par cette raiſon même que, dans les corps ſolides, la choſe ſe paſſe différemment, car l'eau doit être regardée comme une matière preſqu'entièrement perméable à la chaleur, puiſque c'eſt un fluide homogène, & qu'aucune de ſes parties ne peuvent faire obſtacle à la circulation de la chaleur : ainſi, quoique les expériences du docteur Martine donnent à-peu-près la raiſon du diamètre pour le refroidiſſement de l'eau, on ne doit en rien conclure pour le refroidiſſement des corps ſolides.

Maintenant, ſi l'on vouloit chercher avec Newton, combien il faudroit de temps à un globe gros comme la Terre,

pour ſe refroidir, on trouveroit, d'après les expériences précédentes, qu'au lieu de cinquante mille ans qu'il aſſigne pour le temps du refroidiſſement de la Terre juſqu'à la température actuelle, il faudroit déjà quarante-deux mille neuf cens ſoixante-quatre ans & deux cens vingt-un jours pour la refroidir, ſeulement juſqu'au point où elle ceſſeroit de brûler, & quatre-vingt-ſeize mille ſix cens ſoixante-dix ans & cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle.

Car la ſuite des diamètres des globes étant

1, 2, 3, 4, 5....... *N* demi-pouces, celle des temps du refroidiſſement juſqu'à pouvoir toucher les globes ſans ſe brûler, ſera

12, 36, 60, 84, 108...24*N*–12 min. Et le diamètre de la Terre étant de 2865 lieues, de 25 au degré, ou de 6537930 toiſes de 6 pieds.

En faiſant la lieue de 2282 toiſes,

ou de.......... 39227580 pieds,

ou de..... 941461920 demi-pouces;

Nous avons $N = 94146\,1920$ demi-pouc.

Et $24\ N - 12 = 2259\,5086\,068$ min. c'est-à-dire quarante-deux mille neuf cens soixante-quatre ans & deux cens vingt-un jours pour le temps nécessaire au refroidissement d'un globe gros comme la Terre, seulement jusqu'au point de pouvoir le toucher sans se brûler.

Et de même la suite des temps du refroidissement jusqu'à la température actuelle, sera

$39', 93', 147', 201', 255' \ldots 54N - 15'$.

Et comme N est toujours $= 94146\,1920$ demi-pouces, nous aurons $54\ N - 15 = 5083\,8943\,662$ minutes, c'est-à-dire, quatre-vingt-seize mille six cens soixante-dix ans & cent trente-deux jours pour le temps nécessaire au refroidissement d'un globe gros comme la Terre au point de la température actuelle.

Seulement on pourroit croire que celui du refroidissement de la Terre devroit encore être considérablement augmenté, parce que l'on imagine que le refroidissement ne s'opère que par le contact de l'air,

& qu'il y a une grande différence entre le temps du refroidissement dans l'air, & le temps du refroidissement dans le vide; &, comme l'on doit supposer que la terre & l'air se seroient en même temps refroidis dans le vide, on dira qu'il faut faire état de ce surplus de temps; mais il est aisé de faire voir que cette différence est très-peu considérable, car quoique la densité du milieu dans lequel un corps se refroidit, fasse quelque chose sur la durée du refroidissement; cet effet est bien moindre qu'on ne pourroit l'imaginer, puisque dans le mercure, qui est onze mille fois plus dense que l'air, il ne faut, pour refroidir les corps qu'on y plonge, qu'environ neuf fois autant de temps qu'il en faut pour produire le même refroidissement dans l'air.

La principale cause du refroidissement n'est donc pas le contact du milieu ambiant, mais la force expansive qui anime les parties de la chaleur & du feu, qui les chasse hors des corps où elles résident, & les pousse directement du centre à la circonférence.

En comparant, dans les expériences

précédentes, les temps employés à chauffer les globes de fer, avec les temps nécessaires pour les refroidir, on verra qu'il faut environ la sixième partie & demie du temps pour les chauffer à blanc, de ce qu'il en faut pour les refroidir au point de pouvoir les tenir à la main, & environ la quinzième partie & demie du temps qu'il faut pour les refroidir au point de la température actuelle *(e)*; en sorte qu'il y a encore une très-grande correction à faire dans le texte de Newton, sur l'estime qu'il fait de la chaleur que le Soleil a communiqué à la Comète de 1680; car cette Comète n'ayant été exposée à la violente chaleur du Soleil que pendant un petit temps, elle n'a pu la recevoir qu'en proportion de ce temps,

---

(e) Nota. Le boulet d'un pouce & celui d'un demi-pouce sur-tout, ont été chauffés en bien moins de temps, & ne suivent point cette proportion de quinze & demi à un, & c'est par la raison qu'étant très-petits & placés dans un grand feu, la chaleur les pénétroit, pour ainsi dire, tout-à-coup; mais, à commencer par les boulets d'un pouce & demi de diamètre, la proportion que j'établis ici se trouve assez exacte pour qu'on puisse y compter.

& non pas en entier comme Newton paroît le supposer dans le passage que je vais rapporter :

Est calor Solis ut radiorum densitas, hoc est reciprocè ut quadratum distantiæ locorum à Sole. Ideoque cùm distantia cometæ à centro Solis decemb. 8, ubi in perihelio versabatur, esset ad distantiam terræ à centro Solis ut 6 ad 1000 circiter, calor Solis apud cometam eo tempore erat ad calorem Solis æstivi apud nos ut 1000000 ad 36, seu 28000 ad 1. Sed calor aquæ ebullientis est quasi triplò major quàm calor quem terra arrida concipit ad æstivum Solem ut expertus sum, &c. Calor ferri candentis (si rectè conjector) quasi triplò vel quadruplò major quàm calor aquæ ebullientis; ideoque calor quem terra arida apud Cometam in perihelio versantem ex radiis solaribus concipere posset, quasi 2000 vicibus major quàm calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores & exhalationes, omnisque materia volatilis statim consumi ac dissipari debuissent.

Cometa igitur in perihelio suo calorem immensum ad Solem concepit & calorem illum diutissimè conservare potest.

Je remarquerai d'abord, que Newton fait ici la chaleur du fer rougi beaucoup moindre qu'elle n'eſt en effet, & qu'il le dit lui-même dans un Mémoire qui a pour titre; *Echelle de la chaleur*, & qu'il a publié dans les Tranſactions philoſophiques de 1701, c'eſt-à-dire, pluſieurs années après la publication de ſon *Livre des Principes*. On voit dans ce Mémoire qui eſt excellent, & qui renferme le germe de toutes les idées ſur leſquelles on a depuis conſtruit les thermomètres; on y voit, dis-je, que Newton, après des expériences très-exactes, fait la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du Soleil d'été, celle de l'étain fondant ſix fois plus grande, celle du plomb fondant huit fois plus grande, celle du régule fondant douze fois plus grande, & celle d'un feu de cheminée ordinaire, ſeize ou dix-ſept fois plus grande que celle du Soleil d'été; & de-là on ne peut s'empêcher de conclure que la chaleur du fer rougi à blanc ne ſoit encore bien plus grande, puiſqu'il faut un feu conſtamment animé par le ſoufflet pour chauffer le fer à ce point.

Newton paroît lui-même le sentir, & donner à entendre que cette chaleur du fer rougi, paroît être sept ou huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante; ainsi il faut, suivant Newton, lui-même, changer trois mots au passage précédent, & lire, *calor ferri candentis est quasi triplò (septuplò) vel quadruplò (octuplò) major quàm calor aquæ ebullientis; ideoque calor apud Cometam in perihelio versantem quasi 2000 (1000) vicibus major quàm calor ferri candentis.* Cela diminue de moitié la chaleur de cette Comète, comparée à celle du fer rougi à blanc.

Mais cette diminution, qui n'est que relative, n'est rien en elle-même ni rien en comparaison de la diminution réelle & très-grande qui résulte de notre première considération, il faudroit pour que la Comète eût reçu cette chaleur mille fois plus grande que celle du fer rougi qu'elle eût séjourné pendant un temps très-long dans le voisinage du Soleil, au lieu qu'elle n'a fait que passer très-rapidement, surtout à la plus petite distance, sur laquelle seule néanmoins Newton établit son calcul de comparaison. Elle étoit, le 8 décembre,

1680 à $\frac{6}{1000}$ de la diſtance de la Terre au centre du Soleil ; mais la veille ou le lendemain, c'eſt-à-dire vingt-quatre heures avant & vingt-quatre heures après, elle étoit déjà à une diſtance ſix fois plus grande, & où la chaleur étoit par conſéquent trente-ſix fois moindre.

Si l'on vouloit donc connoître la quantité de cette chaleur communiquée à la Comète par le Soleil, voici comment on pourroit faire cette eſtimation aſſez juſte, & en faire en même temps la comparaiſon avec celle du fer ardent, au moyen de mes expériences.

Nous ſuppoſerons comme un fait que cette Comète a employé ſix cens ſoixante-ſix heures à deſcendre du point où elle étoit encore éloignée du Soleil d'une diſtance égale à celle de la Terre à cet aſtre, auquel point la Comète recevoit par conſéquent une chaleur égale à celle que la Terre reçoit du Soleil, & que je prends ici pour l'unité ; nous ſuppoſerons de même que la Comète a employé ſix cens ſoixante-ſix autres heures à remonter du point le plus bas de ſon périhélie à cette même diſtance ; &, ſuppoſant auſſi

ſon mouvement uniforme, on verra que la Comète étant au point le plus bas de ſon périhélie, c'eſt-à-dire, à $\frac{6}{1000}$ de diſtance de la Terre au Soleil, la chaleur qu'elle a reçue dans ce moment étoit vingt-ſept mille ſept cens ſoixante-ſeize fois plus grande que celle que reçoit la Terre : en donnant à ce moment une durée de 80 minutes, ſavoir, 40 minutes en deſcendant, & 40 minutes en montant, on aura :

A 6 de diſtance, 27776 de chaleur pendant 80 minutes.

A 7 de diſtance, 20408 de chaleur auſſi pendant 80 minutes.

A 8 de diſtance, 15625 de chaleur toujours pendant 80′, & ainſi de ſuite juſqu'à la diſtance 1000 où la chaleur eſt 1. En ſommant toutes les chaleurs à chaque diſtance, on trouvera 363410 pour le total de la chaleur que la Comète a reçue du Soleil, tant en deſcendant qu'en remontant, qu'il faut multiplier par le temps, c'eſt-à-dire, par $\frac{4}{3}$ d'heure ; on aura donc 484547 qu'on diviſera par 2000 qui repréſente la chaleur totale que la Terre a reçue dans ce même temps de

1332 heures, puiſque la diſtance eſt toujours 1000, & la chaleur toujours = 1; ainſi, l'on aura 242 $\frac{547}{2000}$ pour la chaleur que la Comète a reçue de plus que la Terre pendant tout le temps de ſon périhélie, au lieu de 28000 comme Newton le ſuppoſe, parce qu'il ne prend que le point extrême, & ne fait nulle attention à la très-petite durée du temps.

Et encore faudroit-il diminuer cette chaleur 242 $\frac{547}{2000}$, parce que la Comète parcouroit, par ſon accélération, d'autant plus de chemin dans le même temps qu'elle étoit plus près du Soleil.

Mais, en négligeant cette diminution, & en admettant que la Comète a en effet reçu une chaleur à-peu-près deux cens quarante-deux fois plus grande que celle de notre Soleil d'été, & par conſéquent 17 $\frac{2}{7}$ fois plus grande que celle du fer ardent, ſuivant l'eſtime de Newton, ou ſeulement dix fois plus grande ſuivant la correction qu'il faut faire à cette eſtime, on doit ſuppoſer que, pour donner une chaleur dix fois plus grande que celle du fer rougi, il faudroit dix fois plus de temps, c'eſt-à-dire, 133 20 heures au

lieu de 1332. Par conséquent on peut comparer à la Comète un globe de fer qu'on auroit chauffé à un feu de forge pendant 13320 heures pour pouvoir le rougir à blanc.

Or on voit, par mes expériences, que la suite des temps nécessaires pour chauffer des globes dont les diamètres croissent, comme

1, 2, 3, 4, 5 ...... n demi-pouces, est à très-peu-près

$2', 5'\frac{1}{2}, 9', 12'\frac{1}{2}, 16' \ldots \frac{7n-3}{2}$ min.

On aura donc $\frac{7n-3}{2} = 799200$ min.

D'où l'on tirera $n = 228342$ demi-pouces.

Ainsi, avec le feu de forge, on ne pourroit chauffer à blanc en 799200 min. ou 13320 heures qu'un globe dont le diamètre seroit de 228342 demi-pouces, & par conséquent il faudroit pour que toute la masse de la Comète soit échauffée au point du fer rougi à blanc pendant le peu de temps qu'elle a été exposée aux ardeurs du Soleil qu'elle n'eût eu que 228342 demi-pouces de diamètre, & supposer encore qu'elle eût été frappée

de tous côtés & en même temps par la lumière du Soleil. D'où il résulte que si on la suppose plus grande, il faut nécessairement supposer plus de temps dans la même raison de n à $\frac{7n-3}{2}$; en sorte, par exemple, que si l'on veut supposer la Comète égale à la Terre, on aura $n = 941461920$ demi-pouces, & $\frac{7n-3}{2} = 3295116718$ minutes, c'est-à-dire, qu'au lieu de 13320 heures, il en faudroit 54918612, ou, si l'on veut, au lieu d'un an 190 jours, il faudroit 6269 ans pour chauffer à blanc un globe gros comme la Terre; &, par la même raison, il faudroit que la Comète, au lieu de n'avoir séjourné que 1332 heures ou 55 jours 12 heures dans tout son périhélie, y eût demeuré pendant 392 ans. Ainsi les Comètes, lorsqu'elles approchent du Soleil, ne reçoivent pas une chaleur immense, ni très-long-temps durable, comme le dit Newton, & comme on seroit porté à le croire à la première vue; leur séjour est si court dans le voisinage de cet astre, que leur masse n'a

pas le temps de s'échauffer, & qu'il n'y a guère que la partie de la surface, exposée au Soleil, qui soit brûlée par ces instans de chaleur extrême, laquelle en calcinant & volatilisant la matière de cette surface, la chasse au-dehors en vapeurs & en poussière du côté opposé au Soleil ; & ce qu'on appelle *la queue d'une Comète*, n'est autre chose que la lumière même du Soleil rendue sensible, comme dans une chambre obscure, par ces atomes que la chaleur pousse d'autant plus loin qu'elle est plus violente.

Mais une autre considération bien différente de celle-ci & encore plus importante, c'est que, pour appliquer le résultat de nos expériences & de notre calcul à la Comète & à la Terre, il faut les supposer composées de matières qui demanderoient autant de temps que le fer pour se refroidir ; tandis que, dans le réel, les matières principales dont le globle terrestre est composé telles que les glaises, les grès, les pierres, &c. doivent se refroidir en bien moins de temps que le fer.

Pour me satisfaire sur cet objet, j'ai fait faire des globes de glaise & de grès,

& les ayant fait chauffer à la même forge jusqu'à les faire rougir à blanc, j'ai trouvé que les boulets de glaise de deux pouces, se sont refroidis au point de pouvoir les tenir dans la main en trente-huit minutes, ceux de deux pouces & demi en quarante-huit minutes, & ceux de trois pouces en soixante minutes, ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres de deux pouces, deux pouces & demi & trois pouces, donne les rapports de 38 à 80 pour deux pouces, 48 à 102 pour deux pouces & demi, & 60 à 127 pour trois pouces, ce qui fait un peu moins de 1 à 2; en sorte que, pour le refroidissement de la glaise, il ne faut pas la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'ai trouvé de même que les globes de grès de deux pouces se sont refroidis au point de les tenir dans la main en quarante-cinq minutes, ceux de deux pouces & demi en cinquante-huit minutes, & ceux de trois pouces en soixante-quinze minutes; ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces

mêmes diamètres, donne les rapports de 46 à 80 pour deux pouces, de 58 à 102 pour deux pouces & demi, & de 75 à 127, pour trois pouces, ce qui fait à très-peu-près la raison de 9 à 5; en sorte que, pour le refroidissement du grès, il faut plus de la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'observerai, au sujet de ces expériences, que les globes de glaise chauffés à feu blanc, ont perdu de leur pesanteur encore plus que les boulets de fer, & jusqu'à la neuvième ou dixième partie de leur poids; au lieu que le grès chauffé au même feu, ne perd presque rien du tout de son poids, quoique toute la surface se couvre d'émail & se réduise en verre. Comme ce petit fait m'a paru singulier, j'ai répété l'expérience plusieurs fois, en faisant même pousser le feu & le continuer plus long-temps que pour le fer; &, quoiqu'il ne fallût guère que le tiers du temps pour rougir le grès, de ce qu'il en falloit pour rougir le fer, je l'ai tenu à ce feu le double & le triple du temps, pour voir s'il perdroit davantage, & je n'ai trouvé que de très-légères diminutions; car le

globe de deux pouces, chauffé pendant huit minutes, qui pesoit sept onces deux gros trente grains, avant d'être mis au feu, n'a perdu que quarante-un grains, ce qui ne fait pas la centième partie de son poids ; celui de deux pouces & demi, qui pesoit quatorze onces deux gros huit grains, ayant été chauffé pendant douze minutes, n'a perdu que la cent cinquante-quatrième partie de son poids ; & celui de trois pouces, qui pesoit vingt-quatre onces cinq gros treize grains, ayant été chauffé pendant dix-huit minutes, c'est-à-dire, à peu-près autant que le fer, n'a perdu que soixante-dix-huit grains, ce qui ne fait que la cent quatre-vingt-unième partie de son poids. Ces pertes sont si petites qu'on pourroit les regarder comme nulles, & assurer en général que le grès pur ne perd rien de sa pesanteur au feu ; car il m'a paru que ces petites diminutions, que je viens de rapporter, ont été occasionnées par les parties ferrugineuses qui se sont trouvées dans ces grès, & qui ont été en partie détruites par le feu.

Une chose plus générale & qui mérite bien d'être remarquée, c'est que les durées

de la chaleur dans différentes matières exposées au même feu pendant un temps égal, sont toujours dans la même proportion, soit que le degré de chaleur soit plus grand ou plus petit ; en sorte, par exemple, que si on chauffe le fer, le grès & la glaise à un feu violent, & tel qu'il faille quatre-vingts minutes pour refroidir le fer au point de pouvoir le toucher ; quarante-six minutes pour refroidir le grès au même point, & trente-huit pour refroidir la glaise ; & qu'à une chaleur moindre il ne faille, par exemple, que dix-huit minutes pour refroidir le fer à ce même point de pouvoir le toucher avec la main, il ne faudra proportionnellement qu'un peu plus de dix minutes pour refroidir le grès, & environ huit minutes & demie pour refroidir la glaise à ce même point.

J'ai fait de semblables expériences sur des globes de marbre, de pierre, de plomb & d'étain, à une chaleur telle seulement que l'étain commençoit à fondre, & j'ai trouvé que le fer se refroidissant en dix-huit minutes au point de pouvoir le tenir à la main, le marbre se refroidit au même point en douze minutes, la

pierre en onze, le plomb en neuf, & l'étain en huit minutes.

Ce n'est donc pas proportionnellement à leur densité, comme on le croit vulgairement *(f)*, que les corps reçoivent & perdent plus ou moins vîte la chaleur; mais dans un rapport bien différent & qui est en raison inverse de leur solidité, c'est-à-dire, de leur plus ou moins grande *non fluidité*; en sorte qu'avec la même chaleur il faut moins de temps pour échauffer ou refroidir le fluide le plus dense, qu'il n'en faut pour échauffer ou refroidir au même degré le solide le moins dense. Je donnerai, dans les Mémoires suivans, le développement entier de ce principe duquel dépend toute la théorie du progrès de la chaleur: mais, pour que mon assertion ne paroisse pas vaine, voici en peu de mots le fondement de cette théorie.

J'ai trouvé, par la vue de l'esprit, que les corps qui s'échaufferoient en raison de leurs diamètres, ne pourroient être que

---

(f) Voyez la Chymie de Boërrhave. *Partie I.re pages* 266 *&* 276, *& aussi* 160, 264 *&* 267. — Musschenbroek, *Essais de Physique, pages* 94 *&* 969, *&c.*

ceux qui seroient parfaitement perméables à la chaleur, & que ce seroient en même temps ceux qui s'échaufferoient ou se refroidiroient en moins de temps. Dès-lors j'ai pensé que les fluides dont toutes les parties ne se tiennent que par un foible lien, approchoient plus de cette perméabilité parfaite que les solides dont les parties ont beaucoup plus de cohésion que celles des fluides.

En conséquence j'ai fait des expériences par lesquelles j'ai trouvé qu'avec la même chaleur tous les fluides, quelque denses qu'ils soient, s'échauffent & se refroidissent plus promptement qu'aucun solide quelque léger qu'il soit; en sorte, par exemple, que le mercure comparé avec le bois, s'échauffe beaucoup plus promptement que le bois, quoiqu'il soit quinze ou seize fois plus dense.

Cela m'a fait reconnoître que le progrès de la chaleur dans les corps, ne devoit, en aucun cas, se faire relativement à leur densité; & en effet, j'ai trouvé par l'expérience que, tant dans les solides que dans les fluides, ce progrès se fait plutôt en raison de leur fluidité, ou si l'on veut

veut en raiſon inverſe de leur ſolidité.

Comme ce mot *ſolidité* a pluſieurs acceptions, il faut voir nettement le ſens dans lequel je l'emploie ici : *ſolide* & *ſolidité* ſe diſent en Géométrie, relativement à la grandeur, & ſe prennent pour le volume du corps; *ſolidité* ſe dit ſouvent en Phyſique relativement à la denſité, c'eſt-à-dire, à la maſſe contenue ſous un volume donné; *ſolidité* ſe dit quelquefois encore relativement à la dureté, c'eſt-à-dire, à la réſiſtance que font les corps lorſque nous voulons les entamer; or ce n'eſt dans aucun de ces ſens, que j'emploie ici ce mot, mais dans une acception qui devroit être la première, parce qu'elle eſt la plus propre. J'entends uniquement par *ſolidité*, la qualité oppoſée à la fluidité, & je dis que c'eſt en raiſon inverſe de cette qualité que ſe fait le progrès de la chaleur dans la plupart des corps, & qu'ils s'échauffent ou ſe refroidiſſent d'autant plus vîte qu'ils ſont plus fluides, & d'autant plus lentement qu'ils ſont plus ſolides; toutes les autres circonſtances étant égales d'ailleurs.

Et pour prouver que la ſolidité, priſe

dans ce ſens, eſt tout-à-fait indépendante de la denſité, j'ai trouvé, par expérience, que des matières plus denſes ou moins denſes, s'échauffent & ſe refroidiſſent plus promptement que d'autres matières plus ou moins denſes; que, par exemple, l'or & le plomb, qui ſont beaucoup plus denſes que le fer & le cuivre, néanmoins s'échauffent & ſe refroidiſſent beaucoup plus vîte, & que l'étain & le marbre, qui ſont au contraire moins denſes, s'échauffent & ſe refroidiſſent auſſi beaucoup plus vîte que le fer & le cuivre, & qu'il en eſt de même de pluſieurs autres matières qui, quoique plus ou moins denſes, s'échauffent & ſe refroidiſſent plus promptement que d'autres qui ſont beaucoup moins denſes ou plus denſes; en ſorte que la denſité n'eſt nullement relative à l'échelle du progrès de la chaleur dans les corps ſolides.

Et, pour le prouver de même dans les fluides, j'ai vu que le mercure, qui eſt treize ou quatorze fois plus denſe que l'eau, néanmoins s'échauffe & ſe refroidit en moins de temps que l'eau; & que l'eſprit-de-vin, qui eſt moins denſe que l'eau, s'échauffe & ſe refroidit auſſi plus

vîte que l'eau ; en sorte que généralement le progrès de la chaleur dans les corps, tant pour l'entrée que pour la sortie, n'a aucun rapport à leur densité, & se fait principalement en raison de leur fluidité, en étendant la fluidité jusqu'au solide, c'est-à-dire, en regardant la solidité comme une *non-fluidité*, plus ou moins grande. De-là j'ai cru devoir conclure que l'on connoîtroit en effet le degré réel de fluidité dans les corps, en les faisant chauffer à la même chaleur ; car leur fluidité sera dans la même raison que celle du temps pendant lequel ils recevront & perdront cette chaleur ; & il en sera de même des corps solides ; ils seront d'autant plus solides, c'est-à-dire, d'autant plus *non-fluides*, qu'il leur faudra plus de temps pour recevoir cette même chaleur & la perdre : & cela presque généralement à ce que je présume ; car j'ai déjà tenté ces expériences sur un grand nombre de matières différentes, & j'en ai fait une table que j'ai tâché de rendre aussi complète & aussi exacte qu'il m'a été possible, & qu'on trouvera dans le Mémoire suivant.

SECOND MÉMOIRE.

Suite des Expériences ſur le progrès de la chaleur dans les différentes ſubſtances minérales.

J'AI FAIT FAIRE un grand nombre de globes, tous d'un pouce de diamètre, le plus préciſément qu'il a été poſſible, des matières ſuivantes, qui peuvent repréſenter ici à-peu-près le règne minéral.

	onces.	gros.	grains.
Or le plus pur, affiné par les ſoins de M. Tillet, de l'Académie des Sciences, qui a fait travailler ce globe à ma prière, pèſe	6.	2.	17.
Plomb, pèſe	3.	6.	28.
Argent le plus pur, travaillé de même, pèſe	3.	3.	22.
Biſmuth, pèſe	3.	0.	3.
Cuivre rouge, pèſe	2.	7.	56.
Fer, pèſe	2.	5.	10.
Étain, pèſe	2.	3.	48.
Antimoine fondu, & qui avoit des petites cavités à ſa ſurface, pèſe	2.	1.	34.

	onces.	gros.	grains.
Zinc, pèse	2.	1.	2.
Émeril, pèse	1.	2.	24 ½.
Marbre blanc, pèse	1.	0.	25.
Grès pur, pèse	0.	7.	24.
Marbre commun de Montbard, pèse	0.	7.	20.
Pierre calcaire dure & grise de Montbard, pèse	0.	7.	20.
Gyps blanc, improprement appelé *Albâtre*, pèse	0.	6.	36.
Pierre calcaire blanche, statuaire, de la carrière d'Anières près de Dijon, pèse	0.	6.	36.
Crystal-de-roche, il étoit un peu trop petit, & il y avoit plusieurs défauts & quelques petites félures à sa surface; je présume que sans cela il auroit pesé plus d'un gros de plus, il pèse	0.	6.	22.
Verre commun, pèse	0.	6.	21.
Terre glaise pure non cuite, mais très-sèche, pèse	0.	6.	16.
Ocre, pèse	0.	5.	9.
Porcelaine de M. le comte de Lauraguais, pèse	0.	5.	2 ½.
Craie blanche, pèse	0.	4.	49.

	onces.	gros.	grains.
Pierre-ponce avec plusieurs petites cavités à sa surface, pèse..	0.	1.	69.
Bois de cerisier, qui, quoique plus léger que le chêne & la plupart des autres bois, est celui de tous qui s'altère le moins au feu, pèse......................	0.	1.	55.

Je dois avertir qu'il ne faut pas compter assez sur les poids rapportés dans cette table, pour en conclure la pesanteur spécifique exacte de chaque matière, car quelque précaution que j'ai prise pour rendre les globes égaux, comme il a fallu employer des ouvriers de différens métiers, les uns me les ont rendus trop gros & les autres trop petits. On a diminué ceux qui avoient plus d'un pouce de diamètre, mais quelques-uns qui étoient un tant soit peu trop petits, comme ceux de crystal-de-roche, de verre & de porcelaine, sont demeurés tels qu'ils étoient : j'ai seulement rejetté ceux d'agate, de jaspe, de porphyre & de jade, qui étoient sensiblement trop petits. Néanmoins ce degré de précision de grosseur, très-difficile à saisir, n'étoit pas absolument nécessaire,

car il ne pouvoit changer que très-peu le résultat de mes expériences.

Avant d'avoir commandé tous ces globes d'un pouce de diamètre, j'avois exposé à un même degré de feu, une masse quarrée de fer, & une autre de plomb de deux pouces dans toutes leurs dimensions, & j'avois trouvé par des essais réitérés, que le plomb s'échauffoit plus vîte & se refroidissoit en beaucoup moins de temps que le fer. Je fis la même épreuve sur le cuivre rouge ; il faut aussi plus de temps pour l'échauffer & pour le refroidir, qu'il n'en faut pour le plomb & moins que pour le fer. En sorte que de ces trois matières, le fer me parut celle qui est la moins accessible à la chaleur, & en même temps celle qui la retient le plus long-temps. Ceci me fit connoître que la loi du progrès de la chaleur, c'est-à-dire, de son entrée & de sa sortie dans les corps, n'étoit point du tout proportionnelle à leur densité, puisque le plomb, qui est plus dense que le fer & le cuivre, s'échauffe néanmoins & se refroidit en moins de temps que ces deux autres métaux. Comme cet objet me parut important,

je fis faire mes petits globes, pour m'aſſurer plus exactement, ſur un grand nombre de différentes matières, du progrès de la chaleur dans chacune. J'ai toujours placé les globes à un pouce de diſtance les uns des autres devant le même feu, ou dans le même four, deux ou trois, quatre ou cinq, &c. enſemble pendant le même temps avec un globe d'étain au milieu des autres. Dans la plupart des expériences, je les laiſſois expoſés à la même action du feu, juſqu'à ce que le globe d'étain commençoit à fondre, & dans ce moment on les enlevoit tous enſemble, & on les poſoit ſur une table dans de petites caſes préparées pour les recevoir; je les y laiſſois refroidir ſans les bouger, en eſſayant aſſez ſouvent de les toucher, & au moment qu'ils commençoient à ne plus brûler les doigts, & que je pouvois les tenir dans ma main pendant une demi-ſeconde, je marquois le nombre des minutes qui s'étoient écoulées depuis qu'ils étoient retirés du feu : enſuite je les laiſſois tous refroidir au point de la température actuelle, dont je tâchois de

juger par le moyen d'autres petits globles de même matière qui n'avoient pas été chauffés, & que je touchois en même temps que ceux qui se refroidissoient. De toutes les matières que j'ai mises à l'épreuve, il n'y a que le soufre qui fond à un moindre degré de chaleur que l'étain; &, malgré la mauvaise odeur de sa vapeur, je l'aurois pris pour terme de comparaison, mais comme c'est une matière friable & qui se diminue par le frottement, j'ai préféré l'étain, quoiqu'il exige près du double de chaleur pour se fondre, de celle qu'il faut pour fondre le soufre.

I.

PAR une première expérience, le boulet de plomb & le boulet de cuivre chauffés pendant le même temps, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir dans la main pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température actuelle.*	
	minutes.		minutes.
Plomb, en........	8.	En............	23.
Cuivre, en.......	12.	En............	35.

I I.

AYANT fait chauffer ensemble, au

même feu, des boulets de fer, de cuivre, de plomb, d'étain, de grès & de marbre de Montbard, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Étain, en. . . . . 6½.	En. . . . . 16.
Plomb, en. . . . . 8.	En. . . . . 17.
Grès, en. . . . . 9.	En. . . . . 19.
Marbre commun, en. . . . 10.	En. . . . . 21.
Cuivre, en. . . . . . . 11½.	En. . . . . 30.
Fer, en. . . . . 13.	En. . . . . 38.

III.

PAR une seconde expérience à un feu plus ardent & au point d'avoir fondu le boulet d'étain, les cinq autres boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Plomb, en. . . . . 10½.	En. . . . . 42.
Grès, en. . . . . 12½.	En. . . . . 46.
Marbre commun, en. . . . 13½.	En. . . . . 50.
Cuivre, en. . . . . . . 19½.	En. . . . . 51.
Fer, en. . . . . 23½.	En. . . . . 54.

IV.

PAR une troisième expérience, à un degré de feu moindre que le précédent, les mêmes boulets avec un nouveau boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en	$7\frac{1}{2}$.	En	25.
Plomb, en	$9\frac{1}{2}$.	En	35.
Grès, en	$10\frac{1}{2}$.	En	37.
Marbre commun, en	12.	En	39.
Cuivre, en	14.	En	44.
Fer, en	17.	En	50.

De ces expériences que j'ai faites avec autant de précision qu'il m'a été possible, on peut conclure :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre au point de les tenir : : $53\frac{1}{2}$: 45, & au point de la température : : 142 : 125.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du premier refroidissement du marbre commun : : $53\frac{1}{2}$: $35\frac{1}{2}$, & au point de leur refroidissement entier : : 142 : 110.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: 53 $\frac{1}{2}$: 32, & :: 142 : 102 $\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir :: 53 $\frac{1}{2}$: 27, & :: 142 : 94 $\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidissement.

V.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du fer à l'étain, j'ai voulu en faire une troisième dans laquelle l'étain s'est refroidi à le tenir dans la main en 8 minutes : & en entier, c'est-à-dire, à la température, en 32 minutes ; & le fer s'est refroidi à le tenir sur la main en 18 minutes, & refroidi en entier en 48 minutes ; au moyen de quoi la proportion trouvée par trois expériences, est :

1.° Pour le premier refroidissement du fer comparé à celui de l'étain :: 48 : 22, & :: 136 : 73 pour leur entier refroidissement.

2.° Que les temps du refroidissement du cuivre, sont à ceux du refroidissement du marbre commun :: 45 : 35 $\frac{1}{2}$ pour le premier refroidissement, & :: 125 : 110 pour le refroidissement à la température.

3.° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du grès :: 45 : 33 pour le premier refroidissement, & :: 125 : 102 pour le refroidissement à la température actuelle.

4.° Que les temps du refroidissement du cuivre sont à ceux du refroidissement du plomb :: 45 : 27 pour le premier refroidissement, & :: 125 : 94 $\frac{1}{2}$ pour le refroidissement entier.

V I.

Comme il n'y avoit, pour la comparaison du cuivre & de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troisième, dans laquelle le cuivre s'est refroidi, à le tenir dans la main en 18 minutes, & en entier en 49 minutes ; & l'étain s'est refroidi au premier point en 8 $\frac{1}{2}$ minutes, & au dernier en 30 minutes ; d'où l'on peut conclure :

1.° Que le temps du refroidissement

du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 43 ½ : 22 ½, & :: 123 : 71 pour leur entier refroidissement.

2.° On peut de même conclure des expériences précédentes, que le temps du refroidissement du marbre commun, est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: 36 ½ : 32, & :: 110 : 102 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 36 ½ : 28, & :: 110 : 94 ½ pour le refroidissement entier.

VII.

COMME il n'y avoit pour la comparaison du marbre commun & de l'étain que deux expériences, j'en ai fait une troisième dans laquelle l'étain s'est refroidi, à le tenir dans la main en 9 minutes, & le marbre en 11 minutes ; & l'étain s'est refroidi en entier en 22 ½ minutes, & le marbre en 33 minutes. Ainsi, les temps du refroidissement du marbre, sont à ceux

du refroidissement de l'étain, comme 33 est à 24 ½ pour le premier refroidissement, & :: 93 : 64 pour le second refroidissement.

VIII.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du grès & du plomb avec l'étain, j'en ai fait une troisième en faisant chauffer ensemble ces trois boulets de grès, de plomb & d'étain qui se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en........	7 ½.	En.............	23.
Plomb, en.......	8 ½.	En.............	27.
Grès, en........	10 ½.	En.............	28.

Ainsi, on peut en conclure :

1.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 25 ½ : 21 ½, & :: 79 ½ : 64 pour le refroidissement entier.

2.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain,

au point de pouvoir les tenir :: 30 : 21 $\frac{1}{2}$ & :: 84 : 64 pour leur entier refroidiſſement :

3.° De même on peut conclure, par les quatre expériences précédentes, que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 42 $\frac{1}{2}$: 35 $\frac{1}{2}$, & :: 130 : 121 $\frac{1}{2}$ pour leur entier refroidiſſement.

I X.

Dans un four chauffé au point de fondre l'étain, quoique toute la braiſe & les cendres en euſſent été retirées, j'ai fait placer ſur un ſupport de fer-blanc traverſé de fil-de-fer, cinq boulets éloignés les uns des autres d'environ 9 lignes, après quoi on a fermé le four : & les ayant retirés au bout de 15 minutes, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Étain fondu par ſa partie d'en bas, en. 8.	En. . . . . 24.
Argent, en. . . . . . 14.	En. . . . . 40.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Or, en	15.	En	46.
Cuivre, en	16½.	En	50.
Fer, en	18.	En	56.

X.

DANS le même four, mais à un moindre degré de chaleur, les mêmes boulets avec un autre boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en	7.	En	20.
Argent, en	11.	En	31.
Or, en	12½.	En	40.
Cuivre, en	14.	En	43.
Fer, en	16½.	En	47.

X I.

DANS le même four & à un degré de chaleur encore moindre, les mêmes boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde minutes.	*Refroidis à la températur e;* minutes.
Étain, en. . . . . 6.	En. . . . . 17.
Argent, en. . . . . . . 9.	En. . . . . 26.
Or, en. . . . . 9½.	En. . . . . 28.
Cuivre, en. . . . . . 10.	En. . . . . 31.
Fer, en. . . . . 11.	En. . . . . 35.

On doit conclure de ces expériences:

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir :: 11 + 16 $\frac{1}{2}$ + 18 : 10 + 14 + 16 $\frac{1}{2}$, ou :: 45 $\frac{1}{2}$: 40 $\frac{1}{2}$ par les trois expériences présentes ; & comme ce rapport a été trouvé par les expériences précédentes, *(article IV)* :: 53 $\frac{1}{2}$: 45, on aura, en ajoutant ces temps, 99 à 85 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis du premier refroidissement du fer & du cuivre ; & pour le second, c'est-à-dire, pour le refroidissement entier, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50, ou :: 138 : 24, & :: 142 : 125. Par les expériences précédentes *(art. IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 249 pour le rapport

encore plus précis du refroidissement entier du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$: 37, & au point de la température :: 138 : 114.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$: 34, & au point de la température :: 138 : 97.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$: 21 par les présentes expériences, & :: 24 : 11 par les expériences précédentes (*art. V*) : ainsi, l'on aura, en ajoutant ces temps, 69 $\frac{1}{2}$ à 32 pour le rapport encore plus précis de leur refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 138 : 61, & par les expériences précédentes (*art. V*) :: 136 : 73 : on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 134 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'étain.

5.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 40 $\frac{1}{2}$: 37, & :: 124 : 114 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 40 $\frac{1}{2}$: 34, & :: 124 : 97 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 40 $\frac{1}{2}$: 21 par les préſentes expériences, & :: 43 $\frac{1}{2}$: 22 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. VI)*; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 43 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant :: 124 : 61, & :: 123 : 71 par les expériences précédentes *(art. VI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 247 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de

l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 37 : 34, & :: 114 : 97 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 37 : 21, & :: 114 : 61 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 34 : 21, & :: 97 : 61 pour leur entier refroidissement.

XII.

AYANT MIS dans le même four cinq boulets, placés dans le même & séparés les uns des autres, leur refroidissement s'est fait dans les proportions suivantes.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minute.
Antimoine, en.... $6\frac{1}{2}$.	En............. 25.
Bismuth, en...... 7.	En............. 26.
Plomb, en....... 8.	En............. 27.
Zinc, en........ $10\frac{1}{2}$.	En............. 30.
Émeril, en...... $11\frac{1}{2}$.	En............. 38.

XIII.

AYANT RÉPÉTÉ cette expérience avec un degré de chaleur plus fort, & auquel l'étain & le bismuth se sont fondus, les autres boulets se sont refroidis dans la progression suivante.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en.... $7\frac{1}{2}$.	En............. 28.
Plomb, en....... $9\frac{1}{3}$.	En............. 39.
Zinc, en........ 14.	En............. 44.
Émeril, en....... 16.	En............. 50.

XIV.

ON A PLACÉ, dans le même four & de la même manière, un autre boulet de bismuth, avec six autres boulets qui se sont refroidis dans la progression suivante.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en... 6.	En............. 23.
Bismuth, en..... 6.	En............. 25.
Plomb, en...... $7\frac{1}{2}$.	En............. 28.
Argent, en...... $9\frac{1}{2}$.	En............. 30.
Zinc, en........ $10\frac{1}{2}$.	En............. 32.
Or, en.......... 11.	En............. 32.
Émeril, en...... $13\frac{1}{2}$.	En............. 39.

X V.

AYANT RÉPÉTÉ cette expérience avec les ſept mêmes boulets, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en....6½.	En.............23.
Biſmuth, en......7½.	En.............31.
Plomb, en.......7½.	En.............29.
Argent, en......11½.	En.............32.
Zinc, en........13½.	En.............38.
Or, en..........14.	En.............41.
Émeril, en......15.	En.............44.

Toutes ces expériences ont été faites avec ſoin & en préſence de deux ou trois perſonnes qui ont jugé comme moi par le tact, & en ſerrant dans la main, pendant une demi-ſeconde, les différens boulets; ainſi, l'on doit en conclure;

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 28 ½ : 25, & :: 83 : 73 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de pouvoir les toucher :: 56 : $48\frac{1}{2}$, & :: 171 : 144 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: $28\frac{1}{2}$: 21, & :: 83 : 62 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir :: 56 : $32\frac{1}{2}$, & :: 171 : 123 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: 40 : $20\frac{1}{2}$, & :: 121 : 80 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 55 : $26\frac{1}{2}$, & à la température :: 171 : 99.

7.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du

zinc, au point de les tenir : : 25 : 24, & : : 73 : 70 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 21 par les présentes expériences, & : : 37 : 34 par les expériences précédentes *(article XI)*; ainsi, l'on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 55 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 73 : 62, & : : 114 : 97 par les expériences précédentes *(article XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 187 : 159 pour le rapport plus précis de leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 15, & : : 73 : 57 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir

:: 25 : 13 $\frac{1}{2}$, & :: 73 : 56 pour leur entier refroidissement.

11.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 25 : 12 $\frac{1}{2}$, & :: 73 : 46 pour leur entier refroidissement.

12.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 24 : 21, & :: 70 : 62 pour leur entier refroidissement.

13.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 48 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$, & :: 144 : 123 pour leur entier refroidissement.

14.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 34 $\frac{1}{2}$: 20 $\frac{1}{2}$, & :: 100 : 80 pour leur entier refroidissement.

15.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 48 $\frac{1}{2}$: 26 $\frac{1}{2}$, & à la température :: 144 : 99.

16.° Que le temps du refroidissement

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir :: 21 : 13 ½, & :: 62 : 56 pour leur entier refroidiſſement.

17.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir :: 21 : 12 ½, & :: 62 : 46 pour leur entier refroidiſſement.

18.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: 23 : 20 ½, & :: 84 : 80 pour leur entier refroidiſſement.

19.° Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les toucher :: 32 ½ : 26 ½, & à la température :: 123 : 99.

20.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 20 ½ : 19, & :: 80 : 71 pour leur entier refroidiſſement.

Je dois obſerver qu'en général dans toutes ces expériences, les premiers rapports ſont bien plus juſtes que les

derniers, parce qu'il est difficile de juger du refroidissement jusqu'à la température actuelle, & que cette température étant variable, les résultats doivent varier aussi; au lieu que le point du premier refroidissement peut être saisi assez juste par la sensation que produit sur la même main la chaleur du boulet, lorsqu'on peut le tenir ou le toucher pendant une demi-seconde.

XVI.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison de l'or avec l'émeril, le zinc, le plomb, le bismuth & l'antimoine; que le bismuth s'étoit fondu en entier, & que le plomb & l'antimoine étoient fort endommagés, je me suis servi d'autres boulets de bismuth, d'antimoine & de plomb, & j'ai fait une troisième expérience, en mettant ensemble dans le même four bien chauffé ces deux boulets; ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en...7.	En.............27.
Bismuth, en.....8.	En.............29.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Plomb, en	9.	En	33.
Zinc, en	12.	En	37.
Or, en	13.	En	42.
Émeril, en	15 ½.	En	48.

D'où l'on doit conclure, ainsi que des *expériences XIV & XV*. 1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 44 : 38, & au point de la température :: 131 : 115.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 12; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(art. XV)* étant :: 56 : 48 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 60 ½ pour leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente, étant :: 48 : 37, & par les expériences précédentes *(art. XV)* comme 171 à 144; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 239 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier

refroidissement de l'émeril & du zinc.

3.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 9, mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant : : 56 : 32 $\frac{1}{2}$; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 71 $\frac{1}{2}$ à 41 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience précédente, étant :: 48 : 33 ; & par les expériences précédentes *(article XV)* : : 171 : 123 ; on aura, en ajoutant ces temps, 239 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du plomb.

4.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 8 ; & par les expériences précédentes *(article XV)* :: 40 : 20 $\frac{1}{2}$, ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 55 $\frac{1}{2}$ à 28 $\frac{1}{2}$, pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 48 : 29, &

:: 121 : 80 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du bismuth.

5.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 7, mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant :: 56 : 26 ½; on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 33 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 48 : 27, & :: 171 : 99 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 219 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'antimoine.

6.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du zinc, au point de pouvoir les tenir :: 38 : 36, & :: 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement

de l'or eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les toucher :: 38 : 24, & à la température :: 115 : 90.

8.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir :: 38 : 21 ½, & à la température :: 115 : 85.

9.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les toucher :: 38 : 19 ½, & à la température :: 115 : 69.

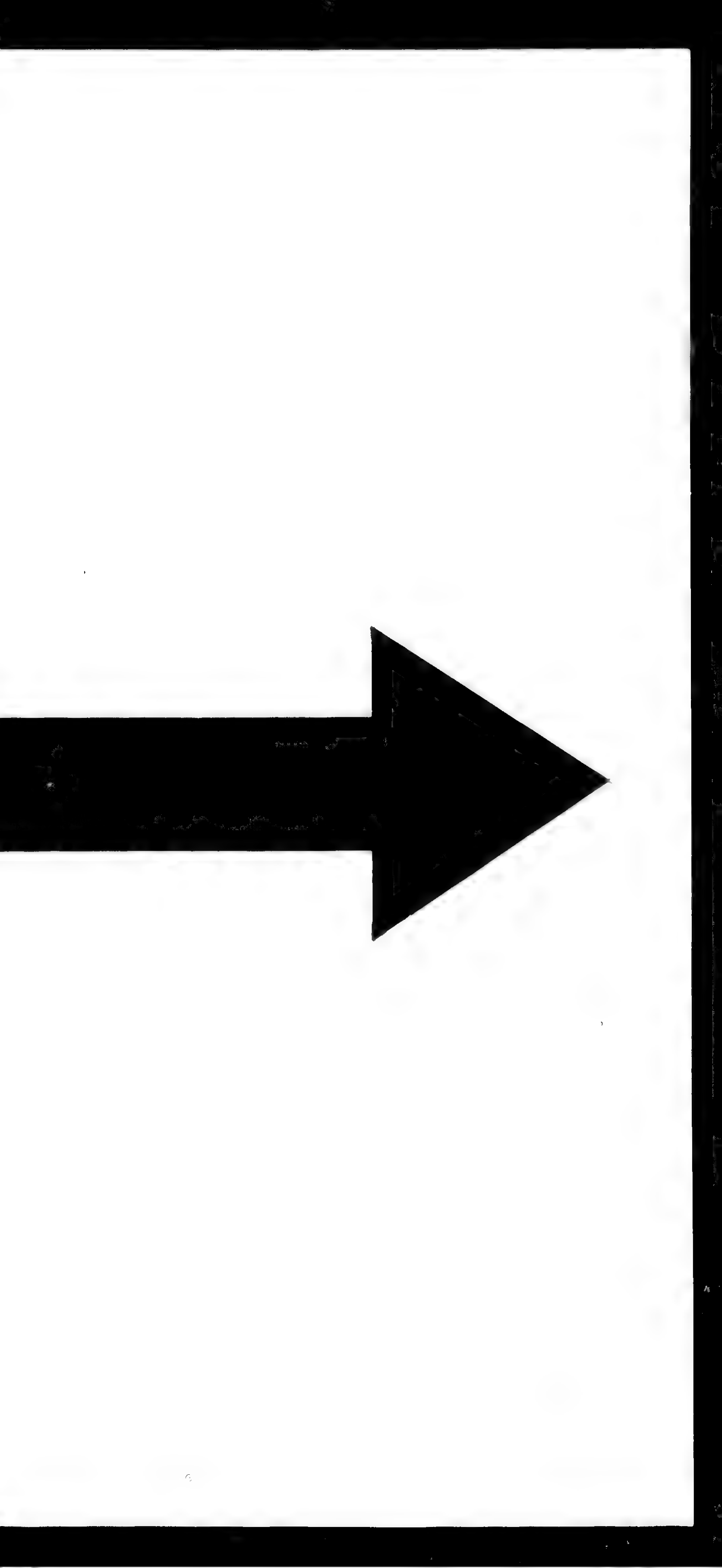
10.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes *(article XV)* étant :: 48 ½ : 32 ½; on aura, en ajoutant ces temps, 60 ½ à 41 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant :: 37 : 33, & par les expériences précédentes *(article XV)* :: 144 : 123; on aura, en ajoutant ces temps, 181

à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du plomb.

11.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les toucher : : 12 : 8 par la présente expérience; mais le rapport trouvé par [illegible]s expériences précédentes (*art. XV* [illegible] : : $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$; en ajoutant ces [illegible], on aura $46\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$ pour le rapp[illegible]us précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 37 : 29, & par les expériences précédentes (*art. XV*) : : 100 : 80; on aura, en ajoutant ces temps, 137 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

12.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, pour pouvoir les tenir : : 12 : 7 par la présente expérience; mais comme le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art. XV*) est : : $48\frac{1}{2}$: $26\frac{1}{2}$; on aura, en ajoutant ces temps, $60\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus





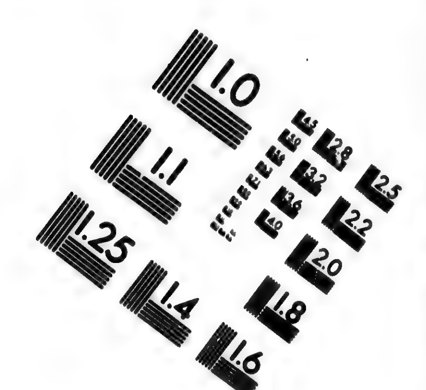
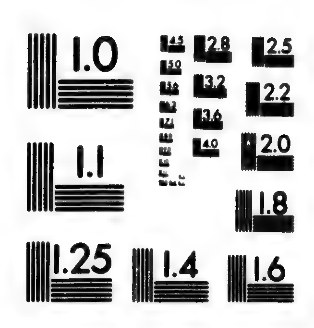
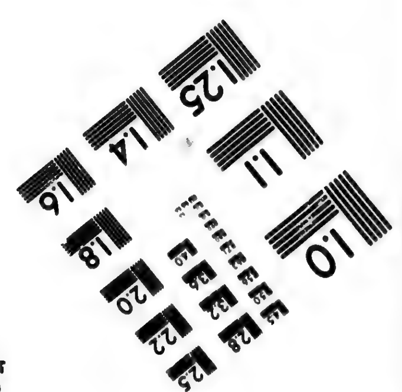


IMAGE EVALUATION
TEST TARGET (MT-3)



6"




2.8
2.5
3.2
2.2
3.6
2.0
1.8

précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 37 : 27, & : : 144 : 99 par les expériences précédentes *(art. XV)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 126 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

13.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 9 : 8 par l'expérience présente, & : : 23 : 20 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XV)* ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 32 à 28 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 33 : 29, & : : 84 : 80 par les expériences précédentes *(art. XV)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 117 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & du bismuth.

14.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 9 : 7 par la présente expérience, &

: : 32 ½ : 26 ½ par les expériences précédentes (*article XV*) ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 41 ½ à 33 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 33 : 27, & : : 123 : 99 par les expériences précédentes (*art. XV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 156 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'antimoine.

15.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 8 : 7 par l'expérience présente, & : : 20 ½ : 19 par les expériences précédentes (*article XV*) ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 28 ½ à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 29 : 27, & : : 80 : 71 par les expériences précédentes (*art. XV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 109 à 98 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de l'antimoine.

XVII.

Comme il n'y avoit de même que deux expériences pour la comparaison de l'argent avec l'émeril, le zinc, le plomb, le bismuth & l'antimoine, j'en ai fait une troisième, en mettant dans le même four, qui s'étoit un peu refroidi, les six boulets ensemble, & après les en avoir tirés tous en même temps, comme on l'a toujours fait, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Antimoine, en.... 6.	En.............29.
Bismuth, en..... 7.	En.............31.
Plomb, en...... 8 $\frac{1}{4}$.	En.............34.
Argent, en.......11 $\frac{1}{2}$.	En.............36.
Zinc, en.........12 $\frac{1}{2}$.	En.............39.
Émeril, en.......15 $\frac{1}{2}$.	En.............47.

On doit conclure de cette expérience & de celles des *articles XIV & XV.*

1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir, par l'expérience présente : : 15 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$, & : : 71 $\frac{1}{2}$: 60 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

(art. XVI); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 73 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 39, & par les expériences précédentes *(article XVI)* :: 239 : 181; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 220 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du zinc.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent :: 44 : 32 $\frac{1}{2}$ au point de les tenir, & :: 130 : 98 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{4}$ par l'expérience présente, & :: 71 $\frac{1}{2}$: 41 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 49 $\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 47 : 34, & :: 239 : 156 par les

expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 190 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du plomb.

4.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 7 par l'expérience présente, & :: 55 ½ : 28 ½ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 35 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 47 : 31, & :: 169 à 109 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 216 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du bismuth.

5.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 15 ½ : 6 par l'expérience présente, & :: 71 ½ : 33 ½ par les expériences précédentes *(article XVI)*; ainsi, en

ajoutant ces temps, on aura 87 à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 47 : 29, & par les expériences précédentes *(article XVI)* : : 219 : 126; on aura, en ajoutant ces temps, 266 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de l'antimoine.

6.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de les tenir : : 36 $\frac{1}{2}$: 32; & : : 109 : 98 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 12 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{4}$ par l'expérience préſente, & : : 60 $\frac{1}{2}$: 41 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 73 à 43 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 39 : 33, & par les expériences précédentes *(art. XVI)* : : 181 : 156,

on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 189 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du plomb.

8.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 12 $\frac{1}{2}$: 7 par la présente expérience; & :: 46 $\frac{1}{2}$: 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 39 : 31, & :: 137 : 109 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 176 à 140 par le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

9.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 12 $\frac{1}{2}$: 6 par la présente expérience; & :: 60 $\frac{1}{2}$: 33 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 73 à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport

plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport trouvé par l'expérience présente étant :: 39 : 29, & :: 181 : 126 par les expériences précédentes (*article XVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

10.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 32 ½ : 23 ¼, & :: 98 : 90 pour leur entier refroidissement.

11.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth au point de les tenir :: 32 ½ : 20 ½, & :: 98 : 87 pour leur entier refroidissement.

12.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 32 ½ : 18 ½, & :: 98 : 75 pour leur entier rétablissement.

13.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 8 ¼

: 7 par la présente expérience, & :: 32 : 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XVI*); on aura, en ajoutant ces temps 40 $\frac{1}{4}$ à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 34 : 31, & :: 117 : 109 par les expériences précédentes (*article XVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 141 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & du bismuth.

14.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 8 $\frac{1}{4}$: 6 par l'expérience présente, & par les expériences précédentes (*art. XVI*) :: 41 $\frac{1}{2}$: 33 $\frac{1}{2}$; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 49 $\frac{1}{4}$ à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 34 : 29, & :: 156 : 126 par les expériences précédentes (*art. XVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 190 à 155 pour le rapport encore plus précis de

l'entier refroidissement du plomb & de l'antimoine.

15.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 7 : 6 par la présente expérience, & : : 28 $\frac{1}{2}$: 26 par les expériences précédentes *(article XVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 35 $\frac{1}{2}$: 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné de la présente expérience étant : : 31 : 29, & : : 109 : 98 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 127 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de l'antimoine.

XVIII.

On a mis dans le même four un boulet de verre, un nouveau boulet d'étain, un de cuivre & un de fer pour en faire une première comparaison, & ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en....... 8.	En............. 27.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Verre, en	8½.	En	22.
Cuivre, en	14.	En	42.
Fer, en	16.	En	50.

XIX.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en	7½.	En	21.
Verre, en	8.	En	23.
Cuivre, en	12.	En	36.
Fer, en	15.	En	47.

XX.

Par une troisième expérience, les boulets chauffés pendant un plus long temps, mais à une chaleur un peu moindre, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Étain, en	8½.	En	22.
Verre, en	9.	En	24.
Cuivre, en	15.	En	43.
Fer, en	17.	En	46.

X X I.

PAR une quatrième expérience répétée, les mêmes boulets chauffés à un feu plus ardent, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

	Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
	minutes.	minutes.
Étain, en........	$8\frac{1}{2}$.	En............25.
Verre, en......	9.	En............25.
Cuivre, en......	$11\frac{1}{2}$.	En............35.
Fer, en........	14.	En............43.

Il résulte de ces expériences répétées quatre fois;

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir :: 62 : $52\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 99 : $85\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 161 à 138 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 186 : 156, & par les expériences précédentes *(article XI)* :: 280 : 249 : on aura,

en ajoutant ces temps, 466 à 405 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir :: 62 : 34 ½, & :: 186 : 97 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 62 : 32 ½ par les préſentes expériences; & :: 69 ½ : 32 par les expériences précédentes (*art. XI*); ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 132 ½ à 64 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes étant :: 186 : 92, & :: 274 : 134 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura, en ajoutant ces temps, 460 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du verre au point de les tenir :: 51 ½

: $34\frac{1}{2}$, & :: 157 : 97 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: $52\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes ; & :: 84 : $43\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XI)* ; ainſi, on aura en ajoutant ces temps, $136\frac{1}{2}$ à 76 pour le rapport précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes étant :: 157 : 92, & par les expériences précédentes *(art. XI)* :: 246 : 132 ; on aura, en ajoutant ces temps, 304 à 224 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

6.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: $24\frac{1}{2}$: $32\frac{1}{2}$, & :: 97 : 92 pour leur entier refroidiſſement.

XXII.

ON A FAIT chauffer enſemble les boulets d'or, de verre, de porcelaine, de gyps & de grès, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en....... 5.	En.............14.
Porcelaine, en... 8½.	En.............25.
Verre, en....... 9.	En.............26.
Grès, en........10.	En.............32.
Or, en.........14½.	En.............45.

XXIII.

La même expérience répétée sur les mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en....... 4.	En.............13.
Porcelaine, en... 7.	En.............22.
Verre, en....... 9½.	En.............24.
Grès, en....... 9½.	En.............33.
Or, en.........13½.	En.............41.

XXIV.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en........2½.	En.............12.
Porcelaine, en....5½.	En.............19.

Refroidis

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	Refroidis à la température. minutes.
Verre, en........ $8\frac{1}{2}$.	En.............20.
Grès, en........ $8\frac{1}{2}$.	En.............25.
Or, en...........10.	En.............32.

Il résulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 38 : 28, & :: 118 : 90 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 38 : 27, & :: 118 : 70 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 38 : 21, & : : 118 : 66 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 38 : $12\frac{1}{2}$, & : : 118 : 39 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 28 $\frac{1}{2}$: 27, & :: 90 : 70 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir :: 28 $\frac{1}{2}$: 21, & :: 90 : 66 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 28 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$, & :: 90 : 39 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 27 : 21, & :: 70 : 66 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 27 : 12 $\frac{1}{2}$, & :: 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement

de la porcelaine est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 21 : 12 $\frac{1}{2}$, & :: *66* : 39 pour leur entier refroidissement.

X X V.

ON A FAIT chauffer de même les boulets d'argent, de marbre commun, de pierre dure, de marbre blanc & de pierre calcaire tendre d'Anières, près de Dijon.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en. . . . . 8.	En. . . . . 25.
Pierre dure, en. . 10.	En. . . . . 34.
Marbre commun, en. . . 11.	En. . . . . 35.
Marbre blanc, en. 12.	En. . . . . 36.
Argent, en. . . . . . 13 $\frac{1}{2}$.	En. . . . . 40.

X X V I.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant;

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes
Pierre calcaire tendre, en. . . . . 9.	En. . . . . 27.
Pierre calcaire dure, en. . . . . 11.	En. . . . . 37.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Marbre commun, en...13.	En............40.
Marbre blanc, en.14.	En............40.
Argent, en......16.	En............43.

XXVII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Pierre calcaire tendre, en........... 9.	En............26.
Pierre calcaire dure, en...........$10\frac{1}{2}$.	En............36.
Marbre commun, en..$12\frac{1}{2}$.	En............38.
Marbre blanc, en.$13\frac{1}{2}$.	En............39.
Argent, en......16.	En............42.

Il résulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: $45\frac{1}{2}$: $39\frac{1}{2}$, & :: 125 : 115 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du

marbre commun, au point de les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$: 36 $\frac{1}{2}$, & :: 125 : 113 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$, & :: 125 : 107 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 45 $\frac{1}{2}$: 26, & :: 125 : 78 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de les tenir :: 39 $\frac{1}{2}$: 36, & :: 115 : 113 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 39 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$, & :: 115 : 107 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point

de les tenir :: 39 ½ : 26, & :: 115 : 78 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 36 : 31 ½, & :: 113 : 109 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 36 : 26, & :: 113 : 78 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 31 ½ : 26, & :: 107 : 78 pour leur entier refroidissement.

XXVIII.

On a mis dans le même four bien chauffé, des boulets d'or, de marbre blanc, de marbre commun, de pierre dure & de pierre tendre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en.......... 9.	En............291

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Marbre commun, en... 11½.	En. . . . . 35.
Pierre dure, en... 11½.	En. . . . . 35.
Marbre blanc, en. 13.	En. . . . . 35.
Or, en. . . . . 15½.	En. . . . . 45.

XXIX.

LA même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en. . . . . 6.	En. . . . . 19.
Pierre dure, en. . 8.	En. . . . . 25.
Marbre commun, en... 9½.	En. . . . . 26.
Marbre blanc, en. 10.	En. . . . . 29.
Or, en. . . . . 12.	En. . . . . 37.

XXX.

LA même expérience répétée une troisième fois, les boulets chauffés à un feu plus ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	Refroidis à la température.	minutes.
Pierre tendre, en.	7.	En............	20.
Pierre dure, en..	8.	En............	24.
Marbre commun, en...	$8\frac{1}{2}$.	En............	20.
Marbre blanc, en.	9.	En............	28.
Or, en.........	12.	En............	35.

Il résulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2}$: 32, & :: 117 : 92 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2}$: $29\frac{1}{2}$, & :: 117 : 87 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: $39\frac{1}{2}$: $27\frac{1}{2}$, & :: 117 : 86 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir

:: $39\frac{1}{2}$: 22, & :: 117 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun, au point de les tenir :: 32 : 29, & :: 92 : 87 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 32 : $27\frac{1}{2}$, & :: 92 : 84 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 32 : 22, & :: 92 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir :: 29 : $27\frac{1}{2}$, & :: 87 : 84 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 29 : 22, & :: 87 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 27 ½ : 22, & : : 84 : 68 pour leur entier refroidissement.

XXXI

On a mis dans le même four les boulets d'argent, de grès, de verre, de porcelaine & de gyps, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température;* minutes.
Gyps, en....... 3.	En............14.
Porcelaine, en... 6½.	En............17.
Verre, en....... 8¼.	En............20.
Grès, en....... 9.	En............27.
Argent, en......12½.	En............35.

XXXII.

La même expérience répétée, & les boulets chauffés à une chaleur moindre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en.......	3.	En............13.
Porcelaine, en....	7.	En............19.
Verre, en.......	$8\frac{1}{2}$.	En............22.
Grès, en........	$9\frac{1}{2}$.	En............26.
Argent, en......	12.	En............34.

XXXIII.

La même expérience répétée une troisième fois, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en.......	3.	En............12.
Porcelaine, en...	6.	En............17.
Verre, en.......	$7\frac{1}{4}$.	En............20.
Grès, en........	8.	En............27.
Argent, en......	$11\frac{1}{2}$.	En............34.

Il résulte de ces trois expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 36 : $26\frac{1}{2}$, & : : 103 : 80 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 36 : 25, & :: 103 : 62 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 36 : 20, & :: 103 : 54 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 36 : 9, & :: 103 : 39 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: $26\frac{1}{3}$: 25 par les expériences présentes, & :: $28\frac{1}{2}$: 27 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 52 pour le rapport encore plus précis de leur refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 80 : 62, & :: 90 : 70 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; on aura, en ajou-

tant ces temps, 170 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & du verre.

6.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir : : 26 $\frac{1}{2}$: 19 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : 28 $\frac{1}{2}$: 21 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 40 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 80 : 54, : : 90 : 66 par les précédentes expériences *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 270 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & de la porcelaine.

7.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 26 $\frac{1}{2}$: 9 par les expériences préſentes, & : : 28 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport

plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 88 : 39, & : : 90 : 39 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du gyps.

8.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir :: 25 : 19 par les présentes expériences, & :: 27 : 21 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 52 à 40 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant :: 62 : 51, & :: 70 : 66 par les expériences précédentes *(art. XXIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la porcelaine.

9.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 25

: 9 par les présentes expériences, & :: 27 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXIV*) ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 52 à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 72 : 39, & :: 70 : 39 par les expériences précédentes (*art. XXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & du gyps.

10.° Que le temps du refroidissement de la porcelaine est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 19 $\frac{1}{2}$: 9 par les présentes expériences, & :: 21 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXIV*) ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 40 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 54 : 39, & par les expériences précédentes (*art. XXIV*) :: 66 : 39 ; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 78 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidiſſement de la porcelaine & du gyps.

XXXIV.

On a mis dans le même four les boulets d'or, de craie blanche, d'ocre & de glaiſe, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*
	minutes.	minutes.
Craie, en.......	6.	En.............15.
Ocre, en.......	$6\frac{1}{2}$.	En.............16.
Glaiſe, en......	7.	En.............18.
Or, en..........	12.	En.............36.

XXXV.

La même expérience répétée avec les mêmes boulets & un boulet de plomb, leur refroidiſſement s'eſt fait dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*
	minutes.	minutes.
Craie, en........	4.	En.............11.
Ocre, en........	5.	En.............13.
Glaiſe, en.......	$5\frac{1}{2}$.	En.............15.
Plomb, en.......	7.	En.............18.
Or, en..........	$9\frac{1}{2}$.	En.............29.

Il résulte de ces deux expériences:

1.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 9 $\frac{1}{2}$: 7 par l'expérience présente, & :: 38 : 24 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 47 $\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 29 : 18, & :: 115 : 90 par les expériences précédentes *(art. XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 144 à 108 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & du plomb.

2.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 12 $\frac{1}{2}$, & :: 65 : 33 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$, & :: 65 : 29 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 10, & :: 67 : 26 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 7 : 5 $\frac{1}{2}$, & :: 18 : 15 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 7 : 5, & :: 18 : 13 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 7 : 4, & :: 18 : 11 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$, & :: 33 : 29 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement

de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 12 $\frac{1}{2}$: 10, & :: 33 : 26 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 11 $\frac{1}{2}$: 10, & :: 29 : 26 pour leur entier refroidiſſement.

XXXVI.

On a mis dans le même four les boulets de fer, d'argent, de gyps, de pierre ponce & de bois, mais à un degré de chaleur moindre, pour ne point faire brûler le bois, & ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre ponce, en..	2.	En.............	5.
Bois, en........	2.	En.............	6.
Gyps, en.......	2$\frac{1}{2}$.	En.............	11.
Argent, en......	10.	En.............	35.
Fer, en........	13.	En.............	40.

XXXVII.

La même expérience répétée à une

moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Pierre ponce, en... $1\frac{1}{2}$.	En............. 4.
Bois, en......... 1.	En............. 5.
Gyps, en........ $2\frac{1}{3}$.	En............. 9.
Argent, en....... 7.	En.............24.
Fer, en......... $8\frac{1}{2}$.	En.............31.

Il résulte de ces expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent au point de pouvoir les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 17 par les présentes expériences, & :: 45 $\frac{1}{2}$: 34 par les expériences précédentes *(art. XI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 67 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 71 : 59, & :: 138 : 97 par les expériences précédentes *(art. XI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 209 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'argent.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 5, & :: 71 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 4, & :: 71 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{2}$, & :: 71 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 17 : 5, & :: 59 : 30 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 4, & :: 59 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement

de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 3 ½ & :: 59 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 5 : 4, & :: 20 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir :: 5 : 3 ½, & :: 20 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

10.° Que le temps du refroidiſſement du bois eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de les tenir :: 4 : 3 ½, & :: 11 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

XXXVIII.

AYANT FAIT chauffer enſemble les boulets d'or, d'argent, de pierre tendre & de gyps, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en....... 4½.	En.............14.
Pierre tendre, en. 12.	En.............27.
Argent, en..... 16.	En.............42.
Or, en.........18.	En.............47.

Il résulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 18 : 16 par l'expérience présente, & :: 62 : 55 par les expériences précédentes *(art. XV)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 71 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 35 : 42, & :: 187 : 159 par les expériences précédentes *(art. XV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 234 à 201 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de l'argent.

2.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir

:: 18 : 12, & :: 39 ½ : 23 par les expériences précédentes (*art. XXX*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 57 ½ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 47 : 27, & par les expériences précédentes (*art. XXX*), :: 117 : 68; on aura, en ajoutant ces temps, 164 à 95 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de la pierre tendre.

3.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 18 : 4 ½, & :: 38 : 12 ½ par les expériences précédentes (*art. XXIV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 17 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 47 : 14, & :: 118 : 39 par les expériences précédentes (*art. XXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 53 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de

de l'argent est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 16 : 12 par la présente expérience, & :: 45 $\frac{1}{2}$: 26 par les expériences précédentes *(art. XXVII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 61 $\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 42 : 27, & :: 125 : 78 par les expériences précédentes *(art. XXVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 105 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & de la pierre tendre.

5.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 16 : 4 $\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & :: 17 : 5 par les expériences précédentes *(art. XXXVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 33 à 9 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant :: 42 : 14, & :: 59 : 20 par les expériences précédentes *(art. XXXVI)*;

on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 34 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & du gyps.

6.° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 12 : 4 $\frac{1}{2}$, & :: 72 : 14 pour leur entier refroidissement.

XXXIX.

AYANT FAIT chauffer pendant vingt minutes, c'est-à-dire, pendant un temps à-peu-près double de celui qu'on tenoit ordinairement les boulets au feu, qui étoit communément de dix minutes, les boulets de fer, de cuivre, de verre, de plomb & d'étain, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Étain, en........10.	En.............25.
Plomb, en.......11,	En.............30.
Verre, en.......12.	En.............35.
Cuivre, en......16 $\frac{1}{2}$.	En.............44.
Fer, en.........20 $\frac{1}{2}$.	En.............50.

Il résulte de cette expérience, qui a été faite avec la plus grande précaution :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de pouvoir les tenir :: 20 $\frac{1}{2}$: 16 $\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & :: 161 : 138 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 181 $\frac{1}{2}$ à 154 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 50 : 44, & :: 466 : 405 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 516 à 449 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & du cuivre.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du verre, au point de pouvoir les tenir :: 20 $\frac{1}{2}$: 12 par l'expérience précédente, & :: 62 : 35 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 82 $\frac{1}{2}$ à 46 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le

rapport donné par l'expérience présente, étant :: 50 : 35, & :: 186 : 97 par les expériences précédentes (*art. XXI*); on aura, en ajoutant ces temps, 236 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & du verre.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 20 $\frac{1}{2}$: 11 par la présente expérience, & :: 53 $\frac{1}{2}$: 27 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. IV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 50 : 30, & :: 142 : 94 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. IV*); on aura, en ajoutant ces temps, 192 à 124 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & du plomb.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 20 $\frac{1}{2}$: 10, & :: 131 : 64 $\frac{1}{2}$ par les

expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 152 à 74 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 50 : 25, & :: 460 : 226 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 510 à 251 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'étain.

5.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 16 $\frac{1}{2}$: 12 par la présente expérience, & :: 52 $\frac{1}{2}$: 34 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 46 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 44 : 35, & :: 157 : 97 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 201 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du verre.

6.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$: 11 par la préſente expérience, & :: 45 : 27 par les expériences précédentes *(art. V)*; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, $61\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 44 : 30, & :: 125 : $94\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. V)*; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à $124\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du plomb.

7.° Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir :: $16\frac{1}{2}$: 10 par l'expérience préſente, & :: $136\frac{1}{2}$: 76 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 153 à 86 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 44 : 25, & :: 304 : 224 par les expériences précédentes *(article XXI)*; on aura,

en ajoutant ces temps, 348 à 249 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & de l'étain.

8.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 11, & :: 35 : 30 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 12 : 10 par la présente expérience, & :: 34½ : 32 ½ par les expériences précédentes *(art. XXI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 42 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience, étant :: 35 : 25, & :: 97 : 92 par les expériences précédentes *(art. XXI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'étain.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 11 : 10 par la présente expérience, & :: 25½

: 21 ½ par les expériences précédentes (*article VIII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 36 ½ à 31 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 30 : 25, & :: 79 ½ : 64 par les expériences précédentes (*article VIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 109 ½ à 89 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'étain.

X L.

AYANT MIS chauffer ensemble les boulets de cuivre, de zinc, de bismuth, d'étain & d'antimoine, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en... 8.	En.............24.
Bismuth, en..... 8.	En.............23.
Étain, en....... 8½.	En.............25.
Zinc, en........12.	En.............30.
Cuivre, en......14.	En.............40.

X L I.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en...	8.	En............	23.
Bismuth, en.....	8.	En.............	24.
Étain, en.......	$9\frac{1}{2}$.	En.............	25.
Zinc, en.........	12.	En.............	38.
Cuivre, en.......	14.	En.............	40.

Il résulte de ces deux expériences:

1.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir :: 28 : 24, & :: 80 : 68 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 28 : 18 par les présentes expériences, & :: 153 : 86 par les expériences précédentes *(art. XXXIX)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 104 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 80 : 47, & par les expériences précédentes *(article XXXIX)* :: 348 : 249; on aura, en ajoutant

ces temps, 428 à 296 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & de l'étain.

3.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 16, & :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 28 : 16, & :: 80 : 47 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 24 : 18, & :: 68 : 47 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 24 : 16 par les présentes expériences, & :: 73 : 39 ½ par les expériences précédentes (*article XVII*); ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 97 à 55 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport

donné par les expériences présentes, étant :: 68 : 47, & :: 220 : 155 par les expériences précédentes *(art. XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 288 à 292 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

7.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 24 : 16, & :: 59 : 35 ½ par les expériences précédentes *(art. XVII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 51 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 68 : 47, & :: 176 : 140 par les expériences précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 187 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

8.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 18 : 16, & :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 18 : 16, & :: 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 16 : 16 par la présente expérience, & :: 35 $\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 51 $\frac{1}{2}$ à 48 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 47 : 47, & par les expériences précédentes *(art. XVII)* :: 140 : 127; on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de l'antimoine.

XLII.

AYANT FAIT chauffer ensemble les boulets d'or, d'argent, de fer, d'émeril & de pierre dure, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire dure, en. . . . . 11 $\frac{1}{4}$.	En. . . . . 32.
Argent, en. . . . . . . 13.	En. . . . . 37.
Or, en. . . . . 14.	En. . . . . 40.
Émeril, en. . . . . . . 15 $\frac{1}{2}$.	En. . . . . 46.
Fer, en. . . . . 17.	En. . . . . 51.

Il résulte de cette expérience :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'émeril, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 15 $\frac{1}{2}$, & :: 51 : 46 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 14 par la présente expérience, & :: 45 $\frac{1}{2}$: 37 par les expériences précédentes (*article XI*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 62 $\frac{1}{2}$ à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant :: 51 : 40, & :: 138 : 114 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura,

en ajoutant ces temps, 189 à 154 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'or.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir :: 17 : 13 par la présente expérience, & :: 67 : 51 par les expériences précédentes *(article XXXVII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 51 : 37, & :: 209 : 156 par les expériences précédentes *(art. XXXVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 260 à 193 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'argent.

4.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 17 : 11 $\frac{1}{4}$, & :: 51 : 52 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement

de l'or, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 14 par la présente expérience, & :: 44 : 38 par les expériences précédentes *(article XVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 59 ½ à 52 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 46 : 40, & :: 131 : 115 par les expériences précédentes *(article XVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 177 à 115 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'or.

6.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir :: 15 ½ : 13 par la présente expérience, & :: 43 : 32 ½ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 58 ½ à 45 ½ pour le rapport plus précis du premier refroidissement de l'émeril & de l'argent; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 46 : 37, & :: 125 : 98 par les expériences précédentes *(art. XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 171

à 135 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 15 $\frac{1}{2}$: 12, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir :: 14 : 13 par la présente expérience, & :: 80 : 71 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 94 à 84 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 40 : 37, & :: 234 : 201 par les expériences précédentes *(article XXXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 238 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de l'argent.

9.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 14 : 12 par la présente expérience, & :: 39 $\frac{1}{2}$: 27 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

(art. XXX); ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 53 ½ à 39 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant :: 40 : 32, & :: 117 : 86 par les expériences précédentes *(article XXX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de la pierre dure.

10.° Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de pouvoir les tenir :: 13 : 12 par la préſente expérience; & :: 45 ½ : 31 ½ par les expériences précédentes *(article XXVII)*; ainſi, en ajoutant ces temps, on aura, 58 ½ à 43 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 37 : 32, & :: 125 : 107 par les expériences précédentes *(article XXVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 162 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & de la pierre dure.

XLIII.

AYANT FAIT chauffer enſemble les boulets de plomb, de fer, de marbre blanc, de grès, de pierre tendre, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en............ $6\frac{1}{2}$.	En.............20.
Plomb, en...... 8.	En..............29.
Grès, en......... $8\frac{1}{2}$.	En.............29.
Marbre blanc, en. $10\frac{1}{2}$.	En.............29.
Fer, en.........15.	En.............43.

XLIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en.......... 7.	En.............21.
Plomb, en.......8.	En.............28.
Grès, en....... $8\frac{1}{2}$.	En.............28.
Marbre blanc, en. $10\frac{1}{2}$.	En.............30.
Fer, en.........16.	En.............45.

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: 31 : 21, & :: 88 : 59 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 31 : 17 par la présente expérience, & :: $53\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes *(art. IV)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, $84\frac{1}{2}$ à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 88 : 57, & :: 142 : $102\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article IV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 230 à $159\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & du grès.

3.° Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 16 par les expériences présentes, & :: 74 : 38 par les expériences précédentes *(article XXXIX)*; ainsi, on aura,

en ajoutant ces temps, 105 à 54 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 98 : 57, & :: 192 : 124½ par les expériences précédentes (*article XXXIX*); on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 181½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du plomb.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 13, & :: 88 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir :: 21 : 17, & :: 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

6.° Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de les tenir :: 21 : 16, & :: 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

7.° Que le temps du refroidiſſement

du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir :: 21 : $13\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 32 : 23 par les expériences précédentes *(art. XXX)*; ainſi, en ajoutant ces temps, on aura 53 à $36\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 59 : 41, & :: 92 : 68 par les expériences précédentes *(article XXX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 151 à 159 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & de la pierre calcaire tendre.

8.° Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir :: 17 : 16 par les expériences préſentes, & :: $42\frac{1}{2}$: $35\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. VIII)*; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, $59\frac{1}{2}$ à $51\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 57 : 57, & :: 130 : $121\frac{1}{2}$ par les expériences

précédentes *(art. VIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 178½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du plomb.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 17 : 13½, & :: 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: 16 : 13½, & :: 57 : 41 pour leur entier refroidissement.

X L V.

ON A FAIT chauffer ensemble les boulets de gyps, d'ocre, de craie, de glaise & de verre, & voici l'ordre dans lequel ils se sont refroidis.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en.........3½.	En.............15.
Ocre, en.........5½.	En.............16.
Craie, en.........5½.	En.............16.
Glaise, en.......7.	En.............18.
Verre, en.......8½.	En.............24.

XLVI.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	Refroidis à la température; minutes.
Gyps, en.........3½.	En..............14.
Ocre, en.........5½.	En..............16.
Craie, en.........5½.	En..............16.
Glaise, en.........6½.	En..............18.
Verre, en.........8.	En..............22.

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 16½ : 13½, & :: 46 : 36 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 16½ : 11, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 16½

: 11, & :: 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 16 $\frac{1}{2}$: 7 par la présente expérience, & :: 52 : 21$\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XXXIII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 68 $\frac{1}{2}$ à 28$\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 46 : 29, & :: 32 : 78 par les expériences précédentes (*article XXXIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 178 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & du gyps.

5.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 13$\frac{1}{2}$: 11 par la présente expérience, & :: 12$\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes (*article XXXV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 21 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné

donné par les présentes expériences, étant :: 36 : 32, & :: 33 : 26 par les expériences précédentes (*art. XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 58 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de la craie.

6.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 13½ : 11 par les présentes expériences, & :: 12½ : 11½ par les expériences précédentes (*art. XXXV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 22½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 36 : 32, & :: 33 : 29 par les expériences précédentes (*article XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

7.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 13½

: 17, & :: 36 : 29 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 11 : 11 par les présentes expériences, & :: 10 : 11½ par les précédentes expériences (*article XXXV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 21 à 22½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 32 : 32, & :: 26 : 29 par les expériences précédentes (*article XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 58 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 11 : 7, & :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement du gyps au point de les tenir :: 11 : 7,

& :: 32 : 29 pour leur entier refroidissement.

XLVII.

AYANT FAIT chauffer ensemble les boulets de zinc, d'étain, d'antimoine, de grès & de marbre blanc, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Antimoine, en... 6.	En.............16.
Étain, en....... $6\frac{1}{2}$.	En.............20.
Grès, en....... 8.	En.............26.
Marbre blanc, en. $9\frac{1}{2}$.	En.............29.
Zinc, en.........$11\frac{1}{2}$.	En.............35.

XLVIII.

LA même expérience repétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Antimoine, en.... 5.	En.............13.
Étain, en........6.	En.............16.
Grès, en.........7.	En.............21.
Marbre blanc, en..8.	En.............24.
Zinc, en.........$9\frac{1}{2}$.	En.............30.

Il resulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: 21 : 17½, & :: 65 : 53 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 21 : 15, & :: 65 : 47 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 21 : 12½ par les présentes expériences, & :: 24 : 18 par les expériences précédentes *(art. XLI)*; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 45 à 30½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le secoud, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 65 : 36, & par les expériences précédentes *(article XLI)* :: 68 : 47; on aura, en ajoutant ces temps, 133 à 83 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 21 : 11 par les présentes expériences, & :: 73 : 39 ½ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 94 à 50 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 65 : 29, & :: 220 : 155 par les expérienes précédentes *(article XVII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 285 à 184 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

5.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir :: 17 ½ : 15 par les présentes expériences, & :: 21 : 17 par les expériences précédentes *(article XLIV)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 38 ½ à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 53 : 47, &

:: 59 : 57 par les expériences précédentes *(article XLIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 112 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc & du grès.

6.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: $17\frac{1}{2}$: 11, & :: 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 15 : $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 30 : $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(art. VIII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 45 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 47 : 36, & :: 84 : 64 par les expériences précédentes *(article VIII)*; on aura, en

ajoutant ces temps, 131 à 100 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & de l'étain.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 15 : 11, & :: 47 : 29 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir :: 12 $\frac{1}{2}$: 11 par les présentes expériences, & :: 18 : 16 par les expériences précédentes (*article XL*) ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 30 $\frac{1}{2}$ à 27 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement : & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 36 : 29, & :: 47 : 47 par les expériences précédentes (*art. XL*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'étain & de l'antimoine.

XLIX.

ON A FAIT chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'émeril, de bismuth, de glaise

& d'ocre, & ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en.......	6.	En............	18.
Bismuth, en.....	7.	En............	22.
Glaise, en......	7.	En............	23.
Cuivre, en......	13.	En............	36.
Émeril, en......	15½.	En............	43.

L.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en.......	5½.	En............	13.
Bismuth, en.....	6.	En............	18.
Glaise, en......	6.	En............	19.
Cuivre, en......	10.	En............	30.
Émeril, en......	11½.	En............	38.

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir :: 27

: 23, & :: 81 : 66 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la glaise au point de les tenir :: 27 : 13, & :: 81 : 42 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir :: 27 : 13 par les présentes expériences, & :: 71 : 35 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XVII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 48 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 81 : 40, & par les expériences précédentes *(article XVII)* :: 216 : 140; on aura, en ajoutant ces temps, 297 à 180 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du bismuth.

4.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 27

: $11\frac{1}{2}$, & :: 81 : 31 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la glaise, du point de les tenir :: 23 : 13, & :: 66 : 42 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir :: 23 : 13 par les présentes expériences, & :: 28 : 16 par les expériences précédentes (*article XLI*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 51 à 39 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 66 : 40, & :: 80 : 47 par les expériences précédentes (*article XLI*); on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du bismuth.

7.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 33

: 11 $\frac{1}{2}$; & :: *66* : 31 pour leur entier refroidiſſement.

8.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir :: 13 : 13, & :: 42 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

9.° Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir :: 13 : 11 $\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes, & :: *26* : 22 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XLVI*); ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 39 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant :: 42 : 31, & :: *69* : *6*1 par les expériences précédentes (*article XLVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 111 à 92 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de l'ocre.

10.° Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, pour pouvoir les tenir :: 13

: 11 $\frac{1}{2}$, & :: 32 : 31 pour leur entier refroidissement.

L I.

AYANT FAIT chauffer ensemble les boulets de fer, de zinc, de bismuth, de glaise & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en........ $6\frac{1}{2}$.	En...............18.
Bismuth, en..... 7.	En...............19.
Glaise, en........ 8.	En...............20.
Zinc, en.........15.	En...............25.
Fer, en..........19.	En...............45.

L I I.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en....... 7.	En...............20.
Bismuth, en..... $7\frac{1}{2}$.	En...............21.
Glaise, en...... 9.	En...............24.
Zinc, en........16.	En...............34.
Fer, en.........$21\frac{1}{2}$.	En...............53.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de les tenir :: $40\frac{1}{2}$: 31, & :: 98 : 59 pour leur entier refroidiſſement.

2.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: $40\frac{1}{2}$: $14\frac{1}{2}$, & :: 98 : 40 pour leur entier refroidiſſement.

3.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir :: $40\frac{1}{2}$: 17, & :: 98 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

4.° Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir :: $40\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & :: 98 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir :: 31 : $14\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes

(article XVI) ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, $65\frac{1}{2}$ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 59 : 40, & :: 100 : 80 par les expériences précédentes *(article XV)* ; on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

6.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de de la glaise, au point de les tenir :: 31 : 17, & :: 59 : 44 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 31 : $12\frac{1}{2}$ & :: 59 : 38 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: $14\frac{1}{2}$: 17 par les présentes expériences, & :: 13 : 13 par les expériences précédentes *(article L)* ; ainsi, on aura, en ajoutant

ces temps, $27\frac{1}{2}$ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 40 : 44, & :: 41 : 42 par les expériences précédentes (*art. L*); on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 86 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de la glaise.

9.° Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: $14\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ & :: 40 : 38 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 17 : $13\frac{1}{2}$, par les expériences présentes, & :: 26 : 21 par les expériences précédentes (*art. XLVI*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 43 à $34\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 44 : 38, & :: 69 : 58 par les expériences précédentes (*article XLVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 96 pour

le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de la craie.

LIII.

AYANT FAIT chauffer ensemble les boulets d'émeril, de verre, de pierre calcaire dure & de bois, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*
	minutes.	minutes.
Bois, en........	$2\frac{1}{2}$.	En............1[illegible].
Verre, en......	$9\frac{1}{2}$.	En............28.
Grès, en.......	11.	En............34.
Pierre calcaire dure, en..........	12.	En............36.
Émeril, en.....	15.	En............47.

LIV.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*
	minutes.	minutes.
Bois, en........	2.	En............13.
Verre, en.......	$7\frac{1}{2}$.	En............21.
Grès, en.......	8.	En............24.
Pierre dure, en...	$8\frac{1}{2}$.	En............26.
Émeril, en......	14.	En............42.

Il résulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: 21 : 20 ½ par les présentes expériences, & :: 15 ½ : 12 par les expériences précédentes *(art. XLII)*; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 44 ½ à 32 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 89 : 62, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(art. XLII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 125 à 94 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de la pierre dure.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 29 : 19, & :: 89 : 58 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 29 : 17, & :: 89 : 49 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 29 : 4 ½, & :: 89 : 28 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 20 ½ : 19, & :: 62 : 58 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 20 ½ : 17, & :: 62 : 49 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 20 ½ : 4 ½, & :: 62 : 28 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 19 : 17 par les présentes expériences, & :: 55 : 52 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; ainsi, on aura, en

ajoutant ces temps, 74 à 69 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 58 : 49, & :: 170 : 132 par les expériences précédentes (*art. XXXIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 228 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du verre.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir :: 15 : 4 $\frac{1}{2}$, & :: 58 : 28 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 17 : 4 $\frac{1}{2}$, & :: 49 : 28 pour leur entier refroidissement.

L V.

AYANT FAIT chauffer ensemble les boulets d'or, d'étain, d'émeril, de gyps & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en........ 5.	En..............15.
Craie, en....... 7½.	En..............21.
Étain, en........11½.	En..............30.
Or, en..........16.	En..............41.
Émeril, en......20.	En..............49.

L V I.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en....... 4.	En..............13.
Grès, en....... 6½.	En..............18.
Étain, en.........10.	En..............[illegible]7.
Or, en..........15.	En..............40.
Émeril, en......18.	En..............46.

On peut conclure de ces expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de les tenir :: 38 : 31 par les expériences présentes, & :: 59½ : 52 par les expériences précédentes *(art. XLII)* ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 97 ½ à 83 pour le rapport

plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 95 : 81, & :: 166 : 155 par les expériences précédentes (*article XLII*); on aura, en ajoutant ces temps, 261 à 236 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'or.

2.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 38 : 21 $\frac{1}{2}$, & :: 95 : 57 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 38 : 14, & :: 95 : 39 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 38 : 9, & :: 95 : 28 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 31 : 22 par les présentes expériences, & :: 37

: 21 par les expériences précédentes (*article XI*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 68 à 43 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 81 : 57, & :: 114 : 61 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura, en ajoutant ces temps, 195 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de l'étain.

6.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 31 : 14 par les présentes expériences, & :: 21 $\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes (*art. XXXV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 52 $\frac{1}{2}$ à 24 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement, & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 81 : 39, & :: 65 : 26 par les expériences précédentes (*article XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 65 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de la craie.

7.° Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 9 par les présentes expériences, & :: 56 : 17 par les expériences précédentes (*article XXXVIII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 81 : 28, & :: 165 : 53 par les expériences précédentes (*article XXXVIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 246 à 81 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & du gyps.

8.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir :: 22 : 14, & :: 57 : 39 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 22 : 9, & :: 57 : 28 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement

de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir :: 14 : 9 par les préſentes expériences, & :: 11 : 7 par les expériences précédentes (*art. XLVI*); ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 25 à 16 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 39 : 28, & :: 32 : 29 par les expériences précédentes (*article XLVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 57 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & du gyps.

L V I I.

AYANT FAIT chauffer enſemble les boulets de marbre blanc, de marbre commun, de glaiſe, d'ocre & de bois, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Bois, en........ 2½.	En............ 9.
Ocre, en....... 6½.	En............19.
Glaiſe, en....... 7½.	En............21.
Marbre commun, en... 10½.	En............29.
Marbre blanc, en. 12.	En............34.

L VIII.

L V I I I.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Bois, en........ 5.	En............11.
Ocre, en....... 7.	En............20.
Glaise, en....... 8 $\frac{1}{2}$.	En............23.
Marbre commun, en... 12 $\frac{1}{2}$.	En............32.
Marbre blanc, en. 13.	En............36.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir :: 25 : 22 par les présentes expériences, & :: 39 $\frac{1}{2}$: 36 par les expériences précédentes (*article XXVII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 64 $\frac{1}{2}$ à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 70 : 61, & :: 115 : 113 par les expériences précédentes (*article XXVII*); on aura,

en ajoutant ces temps, 185 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc & du marbre commun.

2.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 25 : 16, & :: 70 : 44 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 5 : 13 ½, & :: 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 25 : 5 ½, & :: 70 : 20 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 22 : 16, & :: 61 : 44 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir

:: 22 : 13 $\frac{1}{2}$, & :: 61 : 39 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 22 : 5 $\frac{1}{2}$, & :: 61 : 20 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 16 : 13 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 12 $\frac{1}{2}$: 11 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XXXV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 28 $\frac{1}{2}$ à 20 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 44 : 39, & :: 33 : 29 par les expériences précédentes (*art. XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 77 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 16

: 5 $\frac{1}{2}$, & :: 44 : 20 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir :: 13 $\frac{1}{2}$: 5 $\frac{1}{2}$, & :: 39 : 20 pour leur entier refroidissement.

LIX.

AYANT MIS chauffer ensemble les boulets d'argent, de verre, de glaise, d'ocre & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant;

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en.......	$5\frac{1}{2}$.	En............16.
Ocre, en........	6.	En............18.
Glaise, en......	8.	En............22.
Verre, en.......	$9\frac{1}{2}$.	En............29.
Argent, en......	$12\frac{1}{2}$.	En............35.

LX.

LA même expérience répétée, les boulets chauffés plus long-temps, se sont refroidis dans l'ordre suivant;

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en......	7.	En............	22.
Ocre, en........	$8\frac{1}{2}$.	En............	25.
Glaise, en......	$9\frac{1}{2}$.	En............	29.
Verre, en........	$12\frac{1}{2}$.	En............	38.
Argent, en......	$16\frac{1}{2}$.	En............	41.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: 29 : 22 par les présentes expériences, & :: 36 : 25 par les expériences précédentes *(art. XXXIII)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 65 à 47 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant :: 76 : 67, & :: 103 : 62 par les expériences précédentes *(article XXXIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 179 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & du verre.

2.° Que le temps du refroidissement

de l'argent est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 29 : 17 ½, :: 76 : 51 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 29 : 14 ½, & :: 76 : 43 pour leur entier refroidissement.

4.° Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 29 : 12 ½, & :: 76 : 38 pour leur entier refroidissement.

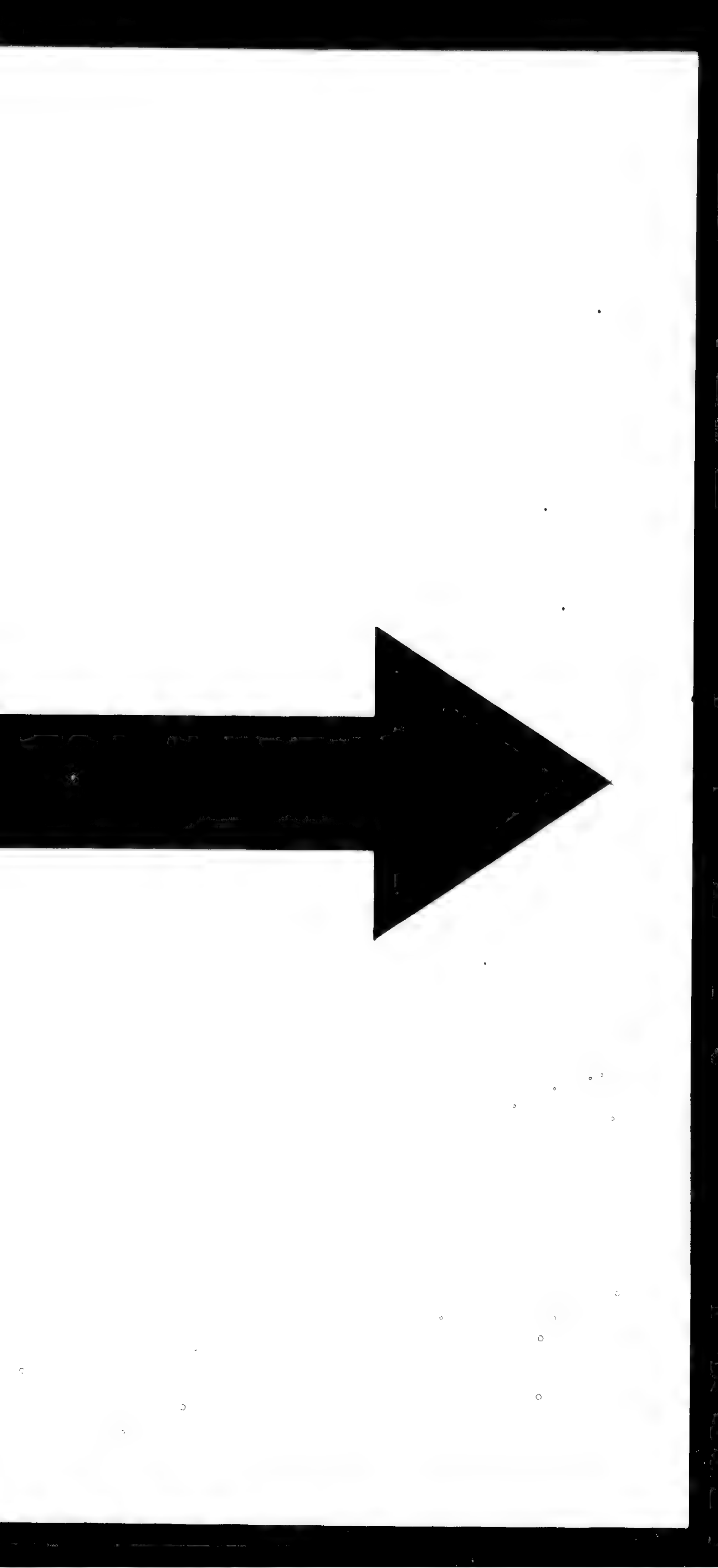
5.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 22 : 17 ½ par les expériences présentes, & :: 16 ½ : 13 ½ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 38 ½ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 67 : 51, & :: 46 : 36 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant

ces temps, 113 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de la glaiſe.

6.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de pouv[illegible] les tenir :: 22 : 14 ½ par les préſente[illegible]iences, & :: 16 ½ : 11 par les [illegible]ces précédentes (*article XLVI*); ai[illegible] aura, en ajoutant ces temps, 38 ½ a 25 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant :: 67 : 43, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes (*article XLVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 75 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du verre & de l'ocre.

7.° Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 22 : 12 ½ par les préſentes expériences, & :: 16 ½ : 11 par les expériences précédentes (*article XLVI*); ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 38 ½ à 23 ½ pour le rapport encore plus précis de leur





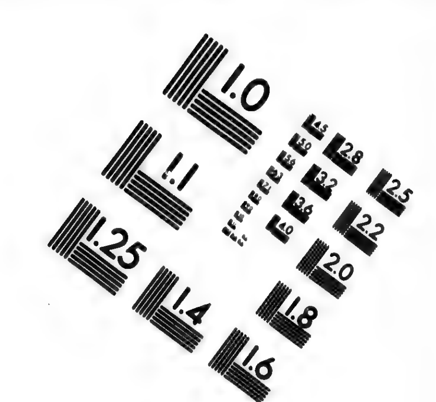
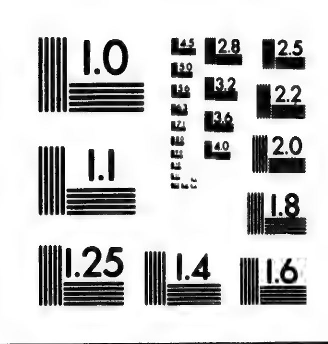
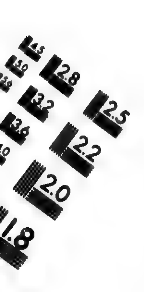


IMAGE EVALUATION TEST TARGET (MT-3)



6″


2.8
2.5
3.2
2.2
2.0
1.8

premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 67 : 38, & :: 46 : 32 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 70 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la craie.

8.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 17 $\frac{1}{2}$: 14 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 26 : 22 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article XLVI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 43 $\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 51 : 43, & :: 69 : 63 par les expériences précédentes *(article XLVI)*; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

9.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir

:: 17 ½ : 12 ½ par les présentes expériences, & :: 26 : 21 par les expériences précédentes (*article XLVI*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 43 ½ à 33 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 51 : 38, & :: 69 : 58 par les expériences précédentes (*article XLVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de la craie.

10.° Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 14½ : 12½ par les présentes expériences, & :: 11 ½ : 10 par les expériences précédentes (*article XXXV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 26 à 22 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 43 : 38, & :: 29 : 26 par les précédentes expériences (*article XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 72 à 64 pour le rapport encore plus

précis de l'entier refroidissement de l'ocre & de la craie.

L X I.

AYANT MIS chauffer ensemble à un grand degré de chaleur, les boulets de zinc, de bismuth, de marbre blanc, de grès & de gyps, le bismuth s'est fondu tout-à-coup, & il n'est resté que les quatre autres, qui se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en. . . . . 11.	En. . . . . 28.
Grès, en. . . . . 16.	En. . . . . 42.
Marbre blanc, en. 19.	En. . . . . 50.
Zinc, en. . . . . 22.	En. . . . . 57.

L X I I.

LA même expérience répétée avec les quatre boulets ci-dessus & un boulet de plomb, à un feu moins ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en. . . . . . . $4\frac{1}{2}$.	En. . . . . 16.
Plomb, en. . . . . . $9\frac{1}{2}$.	En. . . . . 28.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Grès, en. . . . . 10.	En. . . . . 32.
Marbre blanc, en. 12 $\frac{1}{2}$.	En. . . . . 36.
Zinc, en. . . . . 15.	En. . . . . 43.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de pouvoir les tenir :: 38 : 31 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & :: 21 : 17 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XLVIII*) ; ainſi, en ajoutant des temps on aura, 59 à 49 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement, & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant :: 100 : 86, & :: 65 : 53 par les expériences précédentes (*article XLVIII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 139, pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du marbre blanc.

2.° Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du

grès, au point de les tenir :: 38 : 26 par les présentes expériences, & :: 21 : 115 par les expériences précédentes (*article XLVIII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 41 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 100 : 74, & :: 65 : 47 par les expériences précédentes (*article XLVIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 121 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du grès.

3.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 15 : 9 $\frac{1}{2}$ par la présente expérience & :: 73 : 43 $\frac{3}{4}$ par les expériences précédentes (*article XVII*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 89 à 53 $\frac{1}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 43 : 20, & :: 220 : 189 par les expériences précédentes (*art. XVII*); on aura, en ajoutant ces temps, 263 à 209 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidissement du zinc & du plomb.

4.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 38 : 15 ½ & :: 100 : 44 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir :: 31 ½ : 26 par les présentes expériences, & :: 38 ½ : 32 par les expériences précédentes (*article XLVIII*) ; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 70 à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 86 : 74, & :: 112 : 104 par les expériences précédentes (*article XLVIII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 198 à 178 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc & du grès.

6.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir

:: 12 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$, & :: 36 : 20 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 31 : 15 $\frac{1}{2}$, & :: 86 : 44 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 9 $\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & :: 59 : 51 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XLIV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 69 $\frac{1}{2}$ à 61 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 32 : 20, & :: 187 : 178 par les expériences précédentes (*art. XLIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 211 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du plomb.

9.° Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 26 : 15 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences;

&. :: 55 : 21 ½ par les expériences précédentes (*article XXXIII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 74 : 44, & :: 170 : 78 par les expériences précédentes (*art. XXXIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 122 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du gyps.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du gyps au point de pouvoir les tenir :: 9 ½ : 4 ½; & :: 28 : 16 pour leur entier refroidissement.

LXIII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'antimoine, de marbre commun, de pierre calcaire tendre & de craie, il se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en........	6 ½.	En...............	20.
Antimoine, en..	7 ½.	En...............	26.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre tendre, en. 7½.	En. . . . . 26.
Marbre commun, en.. 11½.	En. . . . . 31.
Cuivre, en. . . . . . . 16.	En. . . . . 49.

L X I V.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en. . . . . . . 5½.	En. . . . . 18.
Antimoine, en. . . 6.	En. . . . . 24.
Pierre tendre, en. 8.	En. . . . . 23.
Marbre commun, en... 10.	En. . . . . 29.
Cuivre, en. . . . . . . 13½.	En. . . . . 38.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir :: 29 ½ : 21 ½ par les présentes expériences, & :: 45 : 35 ½ par les expériences précédentes *(article V)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 74 ½ à 57

pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 87 : 60, & :: 125 : 111 par les expériences précédentes *(art. V)*; on aura, en ajoutant ces temps, 212 à 170 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du marbre commun.

2.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 29 ½ : 15 ½, & :: 87 : 49 pour leur entier refroidissement.

3.° Que le temps du refroidissement du cuivre, est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir :: 29 ½ : 13 ½ par les présentes expériences, & :: 28 : 16 par les expériences précédentes *(article XLI)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 57 ½ à 29 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 87 : 50, & :: 80 : 47 par les expériences précédentes *(article XLI)*; on aura, en ajoutant ces temps,

187 à 97 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & de l'antimoine.

4.° Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 29 $\frac{1}{2}$: 12, & :: 87 : 38 pour leur entier refroidissement.

5.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir :: 21 $\frac{1}{2}$: 14 par les expériences présentes, & :: 29 $\frac{1}{2}$: 23 par les expériences précédentes (*article XXX*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 50 $\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 60 : 49, & :: 87 : 68 par les expériences précédentes (*article XX*); on aura, en ajoutant ces temps, 147 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre commun & de la pierre tendre.

6.° Que le temps du refroidissement

du marbre commun est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 21 ½ : 13 ½, & : : 60 : 50 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 21 ½ : 12, & : : 60 : 38 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 14 : 13 ½, & : : 49 : 50 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 14 : 12, & : : 49 : 38 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 13 ½ : 12, & : : 50 : 38 pour leur entier refroidissement.

L X V.

AYANT FAIT chauffer ensemble les

boulets de plomb, d'étain, de verre, de pierre calcaire dure, d'ocre & de glaise, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Ocre, en........ 5.	En............16.
Glaise, en...... $7\frac{1}{2}$.	En............20.
Étain, en........ $8\frac{1}{2}$.	En............21.
Plomb, en...... $9\frac{1}{2}$.	En............23.
Verre, en.......10.	En............27.
Pierre dure, en...$10\frac{1}{2}$.	En............29.

Il résulte de cette expérience:

1.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir :: $10\frac{1}{2}$: 10 par la présente expérience, & :: $20\frac{1}{2}$: 17 par les expériences précédentes *(art. LIV)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 31 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 29 : 27, & :: 62 : 49 par les expériences précédentes *(article LIV)*; on aura, en ajoutant ces temps, 91 à 76

pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre dure & du verre.

2.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 9 ½ par la présente expérience, & :: 12 : 11 par les expériences précédentes (*article XXXIX*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 22 à 20 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant :: 27 : 23, & :: 35 : 30 par les expériences précédentes (*art. XXXIX*); on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 53 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & du plomb.

3.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 10 : 8 ½ par la présente expérience, & :: 46 : 42 ½ par les expériences précédentes (*article XXXIX*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier

refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 27 : 21, & par les expériences précédentes *(article XXXIX)* : : 132 : 117 ; on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 138 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'étain.

4.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir : : 10 : 7 $\frac{1}{2}$, & : : 38 $\frac{1}{2}$: 31 par les expériences précédentes *(article LX)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 48 $\frac{1}{2}$ à 38 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 27 : 20, & : : 113 : 87 par les expériences précédentes *(art. LX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la glaise.

5.° Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : 10 : 5 par les présentes expériences,

& : : 38 $\frac{1}{2}$: 25 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article LX*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 48 $\frac{1}{2}$ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 27 : 16, & par les expériences précédentes (*article LX*) : : 113 : 75; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 91 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'ocre.

6.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 10 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$, & : : 29 : 23 pour leur entier refroidissement.

7.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 10 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{2}$, & : : 29 : 21 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir :: 10 $\frac{1}{2}$: 7 $\frac{1}{2}$, & : : 29 : 20 pour leur entier refroidissement.

9.° Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir :: 10 ½ : 5, & :: 29 : 16 pour leur entier refroidissement.

10.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir :: 9 ½ : 8 ½ par la présente expérience, & :: 36 ½ : 31 ½ par les expériences précédentes (*article XXXIX*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 40 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 23 : 21, & :: 109 : 89 par les expériences précédentes (*art. XXXIX*); on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 110 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'étain.

11.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir :: 9 ½ : 7 ½ par la présente expérience, & :: 7 : 5 ½ par les expériences précédentes (*article XXXV*); ainsi, on aura,

aura, en ajoutant ces temps, 16 ½ à 13 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 23 : 20, & :: 18 : 15 par les expériences précédentes (*article XXXV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 35 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de la glaise.

12.° Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir :: 9 ½ : 5 par la présente expérience, & :: 7 : 5 par les expériences précédentes (*article XXXV*), ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 16 ½ à 10 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant :: 23 : 16, & :: 18 : 13 par les expériences précédentes (*article XXXV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 29 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'ocre.

13.° Que le temps du refroidissement

de l'étain est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir ∷ 8 ½ : 7 ½, & ∷ 21 : 20 pour leur entier refroidissement.

14.° Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir ∷ 8 ½ : 5, & ∷ 21 : 16 pour leur entier refroidissement.

15.° Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir ∷ 7 ½ : 5 par la présente expérience, & ∷ 43 ½ : 37 par les expériences précédentes *(article LX)*; ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 50 à 42 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant ∷ 20 : 16, & ∷ 120 : 104 par les expériences précédentes *(art. LX)*; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

LXVI

AYANT FAIT chauffer ensemble les

boulets de zinc, d'antimoine, de pierre calcaire tendre, de craie & de gyps, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Gyps, en....... $3\frac{1}{2}$.	En............11.
Craie, en....... 5.	En............16.
Antimoine, en... 6.	En............22.
Pierre tendre, en. $7\frac{1}{2}$.	En............23.
Zinc, en........$14\frac{1}{2}$.	En............29.

L X V I I.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Gyps, en....... $3\frac{1}{2}$.	En............12.
Craie, en....... $4\frac{3}{4}$.	En............14.
Antimoine, en.. 6.	En............20.
Pierre tendre, en. 8.	En............21.
Zinc, en........$13\frac{1}{2}$.	En............28.

On peut conclure de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 15 $\frac{1}{2}$, & : : 57 : 44 pour leur entier refroidissement.

2.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 12 par les présentes expériences, & : : 94 : 52 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; ainsi, en ajoutant ces temps, on aura 122 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 57 : 42, & : : 285 : 184 par les expériences précédentes *(article XLVIII)*; on aura, en ajoutant ces temps, 342 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

3.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 9 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 31 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes *(article LII)*; ainsi, on aura,

en ajoutant ces temps, 59 à 22 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 57 : 30, & :: 59 : 38 par les expériences précédentes (*article LII*); on aura, en ajoutant ces temps, 116 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de la craie.

4.° Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 28 : 7 par les présentes expériences, & :: 38 : 15 ½ par les expériences précédentes (*art. LXII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 66 à 22 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 57 : 23, & :: 100 : 44 par les expériences précédentes (*article LXII*); on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 67 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du gyps.

5.° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement

de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir :: 12 : 13 $\frac{1}{2}$, & :: 42 : 44 pour leur entier refroidissement.

6.° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 9 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 13 $\frac{1}{2}$: 12 par les expériences précédentes (*art. LXIV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 25 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 42 : 30, & :: 50 : 38 par les expériences précédentes (*article LXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 92 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'antimoine & de la craie.

7.° Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir :: 12 : 7, & :: 42 : 23 pour leur entier refroidissement.

8.° Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir

les tenir :: 15 ½ : 9 ½, par les présentes expériences, & :: 14 : 12 par les expériences précédentes (*article LXIV*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 29 ½ à 21 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 44 : 30, & :: 49 : 38 par les expériences précédentes (*art. LXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 93 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre & de la craie.

9.° Que le temps du refroidissement de la pierre calcaire tendre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 15 ½ : 7 par les présentes expériences, & :: 12 : 4 ½ par les expériences précédentes (*article XXXVIII*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 27 ½ à 11 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant :: 44 : 23, & :: 27 : 14 par les expériences précédentes (*article XXXVIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 37 pour le

rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre & du gyps.

10.° Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir :: 9 ½ : 7 par les présentes expériences, & :: 25 : 16 par les expériences précédentes (*art. LVI*); ainsi, on aura, en ajoutant ces temps, 34 ½ à 23 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant :: 30 : 23, & :: 71 : 57 par les expériences précédentes (*article LVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 80 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie & du gyps.

Je borne ici cette suite d'expériences assez longues à faire & fort ennuyeuses à lire; j'ai cru devoir les donner telles que je les ai faites à plusieurs reprises dans l'espace de six ans; si je m'étois contenté d'en additionner les résultats, j'aurois à la vérité fort abrégé ce Mémoire; mais on n'auroit pas été en état de les répéter, & c'est cette considération qui

m'a fait préférer de donner l'énumération & le détail des expériences mêmes, au lieu d'une table abrégée, que j'aurois pu faire de leurs résultats accumulés. Je vais néanmoins donner par forme de récapitulation, la Table générale de ces rapports tous comparés à 10000, afin que, d'un coup d'œil, on puisse en saisir les différences.

TABLE

Des rapports du refroidissement des différentes substances minérales.

FER.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Fer &.....	Émeril........	10000 à 9117	9020.
	Cuivre........	10000 à 8512	8702.
	Or............	10000 à 8160	8148.
	Zinc..........	10000 à 7654 6804	6020.
	Argent........	10000 à 7619	7423.
	Marbre blanc.	10000 à 6774	6704.
	Marbre commun........	10000 à 6636	6746.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Fer.	Pierre calcaire dure.	10000 à 6617	6274.
	Grès.	10000 à 5796	6926.
	Verre.	10000 à 5576	5805.
	Plomb.	10000 à 5143	6482.
	Étain.	10000 à 4898	4921.
	Pierre calcaire tendre.	10000 à 4194	4659.
	Glaise.	10000 à 4198	4490.
	Bismuth.	10000 à 3580	4081.
	Craie.	10000 à 3086	3878.
	Gyps.	10000 à 2325	2817.
	Bois.	10000 à 1860	1549.
	Pierre ponce.	10000 à 1627	1268.

EMERIL.

Cuivre &.	Cuivre.	10000 à 8519	8148.
	Or.	10000 à 8513	8560.
	Zinc.	10000 à 8390	7692.
	Argent.	10000 à 7778 [7458]	7895.
	Pierre calcaire dure.	10000 à 7304	6963.
	Grès.	10000 à 6552	9517.
	Verre.	10000 à 5862	5506.
	Plomb.	10000 à 5718	6143.
	Étain.	10000 à 5658	6000.

		Premier refroidissement.		Entier refroidissement.
Émeril &c.	Glaise	10000	à	5185—5185.
	Bismuth	10000	à	4949—6060.
	Antimoine	10000	à	4540—5827.
	Ocre	10000	à	4259—3827.
	Craie	10000	à	3684—4105.
	Gyps	10000	à	2368—2947.
	Bois	10000	à	1552—3146.

CUIVRE.

Cuivre &c.	Or	10000	à	9136—9194.
	Zinc	10000	à	8571—9250. 7610
	Argent	10000	à	8395—7823.
	Marbre commun	10000	à	7638—8019.
	Grès	10000	à	7333—8160.
	Verre	10000	à	6667—6567.
	Plomb	10000	à	6179—7367.
	Étain	10000	à	5746—6916.
	Pierre calcaire tendre	10000	à	5168—5633.
	Glaise	10000	à	5652—6363.
	Bismuth	10000	à	5686—5959.
	Antimoine	10000	à	5130—5808.
	Ocre	10000	à	5000—4697.
	Craie	10000	à	4068—4368.

O R.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Or &......	Zinc........	10000 à	9474—9304.
			422
	Argent........	10000 à	8936—8686.
	Marbre blanc.	10000 à	8101—7863.
	Marbre commun........	10000 à	7342—7435.
	Pierre calcaire dure........	10000 à	7383—7516.
	Grès........	10000 à	7368—7627.
	Verre........	10000 à	7103—5932.
	Plomb........	10000 à	6526—7500.
	Étain........	10000 à	6324—6051.
	Pierre calcaire tendre........	10000 à	6087—5811.
	Glaise........	10000 à	5814—5077.
	Bismuth........	10000 à	5658—7043.
	Porcelaine....	10000 à	5526—5593.
	Antimoine...	10000 à	5395—6348.
	Ocre........	10000 à	5349—4462.
	Craie........	10000 à	4571—4452.
	Gyps........	10000 à	2989—3293.

Z I N C.

Zinc &......	Argent........	10000 à	8904—8990.
			10015
	Marbre blanc.	10000 à	8305—8424.
			7194
	Grès........	10000 à	6949—7333.
			5838

			Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Zinc &.....	Plomb........	10000 à	6051	7947.
			4940	
	Etain........	10000 à	6777	6240.
			5666	
	Pierre calcaire tendre........	10000 à	5536	7719.
			4425	
	Glaise........	10000 à	5484	7458.
			4373	
	Bismuth........	10000 à	5343	7547.
			4232	
	Antimoine........	10000 à	5246	6608.
			4135	
	Craie........	10000 à	3729	5862.
			2618	
	Gyps........	10000 à	3409	4268.
			2298	

ARGENT.

Argent &...	Marbre blanc.	10000 à	8681	9200.
	Marbre commun......	10000 à	7912	9040.
	Pierre calcaire dure........	10000 à	7436	8580.
	Grès........	10000 à	7361	7767.
	Verre........	10000 à	7230	7212.
	Plomb........	10000 à	7154	9184.
	Etain........	10000 à	6176	6289.
	Pierre calcaire tendre........	10000 à	6178	6287.
	Glaise........	10000 à	6034	6710.
	Bismuth......	10000 à	6308	8877.
	Porcelaine....	10000 à	5556	5242.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Argent &.	Antimoine..	10000 à	5692—7653.
	Ocre....	10000 à	5000—5658.
	Craie....	10000 à	4310—5000.
	Gyps....	10000 à	2879—3366.
	Bois....	10000 à	2353—1864.
	Pierre ponce..	10000 à	2059—1525.

MARBRE BLANC.

Marbre blanc & ...	Marbre commun....	10000 à	8992—9405.
	Pierre dure...	10000 à	8594—9130.
	Grès....	10000 à	8286—8990.
	Plomb....	10000 à	7604—5555.
	Étain....	10000 à	7143—6792.
	Pierre calcaire tendre....	10000 à	6792—7218.
	Glaise....	10000 à	6400—6286.
	Antimoine..	10000 à	6286—6792.
	Ocre....	10000 à	5400—5571.
	Gyps....	10000 à	4920—5116.
	Bois....	10000 à	2200—2857.

MARBRE COMMUN.

Marbre commun &.	Pierre dure...	10000 à	9483—9655.
	Grès....	10000 à	8767—9273.
	Plomb....	10000 à	7671—8590.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Marbre commun &..	Étain........	10000 à 7424	—6666.
	Pierre tendre..	10000 à 7327	—7959.
	Glaise........	10000 à 7272	—7213.
	Antimoine....	10000 à 6279	—8333.
	Ocre..........	10000 à 6136	—6393.
	Craie.........	10000 à 5581	—6333.
	Bois..........	10000 à 2500	—3279.

PIERRE CALCAIRE DURE.

Pierre dure &......	Grès..........	10000 à 9268	—9355.
	Verre.........	10000 à 8710	—8352.
	Plomb.........	10000 à 8571	—7931.
	Étain.........	10000 à 8095	—7931.
	Pierre tendre.	10000 à 8190	—8095.
	Glaise........	10000 à 6190	—6897.
	Ocre..........	10000 à 4762	—5517.
	Bois..........	10000 à 2195	—4516.

GRÈS.

Grès &......	Verre.........	10000 à 9324	—7939.
	Plomb.........	10000 à 8561	—8950.
	Étain.........	10000 à 7667	—7633.
	Pierre tendre..	10000 à 7647	—7193.
	Porcelaine....	10000 à 7364	—7059.
	Antimoine...	10000 à 7333	—6170.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Grès &......	Gyps........	10000 à 4568	—5000.
	Bois.........	10000 à 2368	—4828.

VERRE.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Verre &....	Plomb........	10000 à 9318	—8548.
	Étain........	10000 à 9107	—8679.
	Glaise........	10000 à 7938	—7643.
	Porcelaine....	10000 à 7692	—8863.
	Ocre..........	10000 à 6289	—6500.
	Craie.........	10000 à 6104	—6195.
	Gyps.........	10000 à 4160	—6011.
	Bois..........	10000 à 2647	—5514.

PLOMB.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Plomb &....	Étain.........	10000 à 8695	—8333.
	Pierre tendre.	10000 à 8437	—7192.
	Glaise........	10000 à 7878	—8536.
	Bismuth......	10000 à 8698	—8750.
	Antimoine....	10000 à 8241	—8201.
	Ocre.........	10000 à 6060	—7073.
	Craie.........	10000 à 5714	—6111.
	Gyps.........	10000 à 4736	—5714.

ÉTAIN.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Étain &....	Glaise........	10000 à 8823	—9524.
	Bismuth......	10000 à 8888	—9400.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement
Etain &c....	Antimoine....	10000 à 8710	9156.
	Ocre.........	10000 à 5882	7619.
	Craie.........	10000 à 6364	6842.
	Gyps.........	10000 à 4090	4912.

PIERRE CALCAIRE TENDRE.

Pierre téndre &c....	Antimoine....	10000 à 7742	9545.
	Craie.........	10000 à 7288	7312.
	Gyps.........	10000 à 4182	5211.

GLAISE.

Glaise &c....	Bismuth......	10000 à 8870	9419.
	Ocre.........	10000 à 8400	8571.
	Craie.........	10000 à 7701	8000.
	Gyps.........	10000 à 5185	8055.
	Bois.........	10000 à 3437	4545.

BISMUTH.

Bismuth &c.	Antimoine....	10000 à 9349	9572.
	Ocre.........	10000 à 8846	7380.
	Craie.........	10000 à 8620	9500.

PORCELAINE.

Porcelaine & Gyps.......... 10000 à 5308—6500.

ANTIMOINE.

			Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Antimoine &c..	Craie.......	10000 à	8431	7391.
	Gyps.........	10000 à	5833	5476.

OCRE.

Ocre &......	Craie.....	10000 à	8654	8889.
	Gyps............	10000 à	6364	9062.
	Bois............	10000 à	4074	5128.

CRAIE.

Craie & gyps................	10000 à	6667	7920.

GYPS.

Gyps &......	Bois.........	10000 à	8000	5250.
	Pierre ponce..	10000 à	7000	4500.

BOIS.

Bois & pierre ponce............	10000 à	8750	8182.

Quelque attention que j'aie donnée à mes expériences; quelque soin que j'aie pris pour en rendre les rapports plus exacts, j'avoue qu'il y a encore quelques imperfections dans cette Table qui les contient tous; mais ces défauts sont légers

& n'influent pas beaucoup ſur les réſultats généraux ; par exemple, on s'apercevra aiſément que le rapport du zinc au plomb, étant de 10000 à 6051, celui du zinc à l'étain devroit être moindre de 6000, tandis qu'il ſe trouve dans la Table de 6777. Il en eſt de même de celui de l'argent au biſmuth, qui devroit être moindre que de 6308 ; & encore de celui du plomb à la glaiſe, qui devroit être de plus de 8000, & qui ne ſe trouve être dans la Table que de 7878, mais cela provient de ce que les boulets de plomb & de biſmuth n'ont pas toujours été les mêmes, ils ſe ſont fondus auſſi-bien que ceux d'étain & d'antimoine, ce qui n'a pu manquer de produire des variations, dont les plus grandes ſont les trois que je viens de remarquer. Il ne m'a pas été poſſible de faire mieux : les différens boulets de plomb, d'étain, de biſmuth & d'antimoine dont je me ſuis ſucceſſivement ſervi, étoient faits, à la vérité, ſur le même calibre, mais la matière de chacun pouvoit être un peu différente, ſelon la quantité d'alliage du plomb & de l'étain ; car je n'ai eu de l'étain pur que pour les deux

premiers boulets : d'ailleurs il reste assez souvent une petite cavité dans ces boulets fondus, & ces petites causes suffisent pour produire les petites différences qu'on pourra remarquer dans ma Table.

Il en est de même du rapport de l'étain à l'ocre, qui devroit être de plus de 6000, & qui ne se trouve dans la Table que de 5882, parce que l'ocre étant une matière friable qui diminue par le frottement, j'ai été obligé de changer trois ou quatre fois les boulets d'ocre. J'avoue qu'en donnant à ces expériences le double du très-long temps que j'y ai employé, j'aurois pu parvenir à un plus grand degré de précision; mais je me flatte qu'il y en a suffisamment, pour qu'on soit convaincu de la vérité des résultats que l'on peut en tirer. Il n'y a guère que les personnes accoutumées à faire des expériences, qui sachent combien il est difficile de constater un seul fait de la Nature, par tous les moyens que l'art peut nous fournir; il faut joindre la patience au génie, & souvent cela ne suffit pas encore, il faut quelquefois renoncer, malgré soi, au degré de précision que l'on desireroit, parce que

cette précision en exigeroit une toute aussi grande dans toutes les mains dont on se sert, & demanderoit en même temps une parfaite égalité dans toutes les matières que l'on emploie; aussi tout ce que l'on peut faire en Physique expérimentale, ne peut pas nous donner des résultats rigoureusement exacts, & ne peut aboutir qu'à des approximations plus ou moins grandes; &, quand l'ordre général de ces approximations ne se dément que par de légères variations, on doit être satisfait.

Au reste, pour tirer de ces nombreuses expériences tout le fruit que l'on doit en attendre, il faut diviser les matières qui en font l'objet, en quatre classes ou genres différens.

1.° Les métaux; 2.° les demi-métaux & minéraux métalliques; 3.° les substances vitrées & vitrescibles; 4.° les substances calcaires & calcinables. Comparer ensuite les matières de chaque genre entr'elles, pour tâcher de reconnoître la cause ou les causes de l'ordre que suit le progrès de la chaleur dans chacune; & enfin comparer les genres même entr'eux, pour essayer d'en déduire quelques résultats généraux.

I.

L'ORDRE des six métaux, suivant leur densité, est étain, fer, cuivre, argent, plomb, or; tandis que l'ordre dans lequel ces métaux reçoivent & perdent la chaleur, est étain, plomb, argent, or, cuivre, fer, dans lequel il n'y a que l'étain qui conserve sa place.

Le progrès & la durée de la chaleur dans les métaux ne suit donc pas l'ordre de leur densité, si ce n'est pour l'étain qui, étant le moins dense de tous, est en même temps celui qui perd le plus tôt sa chaleur; mais l'ordre des cinq autres métaux nous démontre que c'est dans le rapport de leur fusibilité que tous reçoivent & perdent la chaleur, car le fer est plus difficile à fondre que le cuivre, le cuivre l'est plus que l'or, l'or plus que l'argent, l'argent plus que le plomb, & le plomb plus que l'étain; on doit donc en conclure, que ce n'est qu'un hasard si la densité & la fusibilité de l'étain se trouvent ici réunies pour le placer au dernier rang.

Cependant ce seroit trop s'avancer que de prétendre qu'on doit tout attribuer à la fusibilité, & rien du tout à la densité;

la Nature ne se dépouille jamais d'une de ses propriétés en faveur d'une autre, d'une manière absolue ; c'est-à-dire, de façon que la première n'influe en rien sur la seconde, ainsi la densité peut bien entrer pour quelque chose dans le progrès de la chaleur ; mais au moins nous pouvons prononcer affirmativement que, dans les six métaux, elle n'y fait que très-peu, au lieu que la fusibilité y fait presque le tout.

Cette premiere vérité n'étoit connue ni des Chymistes ni des Physiciens, on n'auroit pas même imaginé que l'or, qui est plus de deux fois & demie plus dense que le fer, perd néanmoins sa chaleur un demi-tiers plus vîte. Il en est de même du plomb, de l'argent & du cuivre, qui tous sont plus denses que le fer, & qui, comme l'or, s'échauffent & se refroidissent plus promptement ; car, quoiqu'il ne soit question que du refroidissement dans ce second Mémoire, les expériences du Mémoire qui précède celui-ci, démontrent à n'en pouvoir douter, qu'il en est de l'entrée de la chaleur dans les corps comme de sa sortie, & que ceux qui la reçoivent

le plus vîte, font en même temps ceux qui la perdent plus tôt.

Si l'on réfléchit fur les principes réels de la denfité & fur la caufe de la fufibilité, on fentira que la denfité dépend abfolument de la quantité de matière que la Nature place dans un efpace donné, que plus elle peut y en faire entrer, plus il y a de denfité, & que l'or eft, à cet égard, la fubftance qui de toutes contient le plus de matière relativement à fon volume. C'eft pour cette raifon que l'on avoit cru jufqu'ici, qu'il falloit plus de temps pour échauffer ou refroidir l'or que les autres métaux; il eft en effet affez naturel de penfer que, contenant fous le même volume le double ou le triple de matière, il faudroit le double ou le triple du temps pour la pénétrer de chaleur, & cela feroit vrai fi, dans toutes les fubftances, les parties conftituantes étoient de la même figure, & en conféquence toutes arrangées de même. Mais, dans les unes comme dans les plus denfes, les molécules de la matière font probablement de figure affez régulière, pour ne pas laiffer entr'elles de très-grands efpaces vides; dans d'autres moins denfes,

denſes, leurs figures plus irrégulières, laiſſent des vides plus nombreux & plus grands; &, dans les plus légères, les molécules étant en petit nombre & probablement de figure très-irrégulière, il ſe trouve mille & mille fois plus de vide que de plein: car on peut démontrer, par d'autres expériences, que le volume de la ſubſtance même la plus denſe, contient encore beaucoup plus d'eſpace vide que de matière pleine.

Or la principale cauſe de la fuſibilité, eſt la facilité que les particules de la chaleur trouvent à ſéparer les unes des autres ces molécules de la matière pleine: que la ſomme des vides en ſoit plus ou moins grande, ce qui fait la denſité ou la légèreté, cela eſt indifférent à la ſéparation des molécules qui conſtituent le plein; & la plus ou moins grande fuſibilité dépend en entier de la force de cohérence qui tient unies ces parties maſſives, & s'oppoſe plus ou moins à leur ſéparation. La dilatation du volume total eſt le premier degré de l'action de la chaleur, & dans les différens métaux, elle ſe fait dans le même ordre que la

fusion de la masse qui s'opère par un plus grand degré de chaleur ou de feu. L'étain, qui de tous se fond le plus promptement, est aussi celui qui se dilate le plus vîte, & le fer qui est de tous le plus difficile à fondre, est de même celui dont la dilatation est la plus lente.

D'après ces notions générales, qui paroissent claires, précises & fondées sur des expériences que rien ne peut démentir, on seroit porté à croire que la ductilité doit suivre l'ordre de la fusibilité, parce que la plus ou moins grande ductilité semble dépendre de la plus ou moins grande adhésion des parties dans chaque métal; cependant cet ordre de la ductilité des métaux, paroît avoir autant de rapport à l'ordre de la densité qu'à celui de leur fusibilité. Je dirois volontiers qu'il est en raison composée des deux autres, mais ce n'est que par estime & par une présomption qui n'est peut-être pas assez fondée; car il n'est pas aussi facile de déterminer au juste les différens degrés de la fusibilité que ceux de la densité; & comme la ductilité participe des deux, & qu'elle varie suivant les circonstances,

nous n'avons pas encore acquis les connoiſſances néceſſaires pour prononcer affirmativement ſur ce ſujet, qui eſt d'une aſſez grande importance pour mériter des recherches particulières. Le même métal traité à froid ou à chaud, donne des résultats tout différens : la malléabilité eſt le premier indice de la ductilité, mais elle ne nous donne néanmoins qu'une notion aſſez imparfaite du point auquel la ductilité peut s'étendre. Le plomb le plus ſouple, le plus malléable des métaux, ne peut ſe tirer à la filière en fils auſſi fins que l'or, ou même que le fer, qui, de tous, eſt le moins malléable. D'ailleurs il faut aider la ductilité des métaux par l'addition du feu, ſans quoi ils s'écrouiſſent, & deviennent caſſans ; le fer même, quoique le plus robuſte de tous, s'écrouit comme les autres ; ainſi, la ductilité d'un métal & l'étendue de continuité qu'il peut ſupporter, dépendent non-ſeulement de ſa denſité & de ſa fuſibilité, mais encore de la manière dont on le traite, de la percuſſion plus lente ou plus prompte, & de l'addition de chaleur ou de feu qu'on lui donne à propos.

I I.

MAINTENANT si nous comparons les substances qu'on appelle *demi-métaux* & *minéraux métalliques* qui manquent de ductilité, nous verrons que l'ordre de leur densité est, émeril, zinc, antimoine, bismuth, & que celui dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur est, antimoine, bismuth, zinc, émeril, ce qui ne suit en aucune façon l'ordre de leur densité, mais plutôt celui de leur fusibilité; l'émeril qui est un minéral ferrugineux, quoiqu'une fois moins dense que le bismuth, conserve la chaleur une fois plus long-temps; le zinc plus léger que l'antimoine & le bismuth, conserve aussi la chaleur beaucoup plus long-temps; l'antimoine & le bismuth la reçoivent & la gardent à peu-près également. Il en est donc des demi-métaux & des minéraux métalliques comme des métaux: le rapport dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur, est à peu-près le même que celui de leur fusibilité, & ne tient que très-peu ou point du tout à celui de leur densité.

Mais en joignant ensemble les six métaux

& les quatre demi-métaux ou minéraux métalliques que j'ai soumis à l'épreuve, on verra que l'ordre des densités de ces dix substances minérales, est;

Émeril, zinc, antimoine, étain, fer, cuivre, bismuth, argent, plomb, or.

Et que l'ordre dans lequel ces substances s'échauffent & se refroidissent, est;

Antimoine, bismuth, étain, plomb, argent, zinc, or, cuivre, émeril, fer.

Dans lequel il y a deux choses qui ne paroissent pas bien d'accord avec l'ordre de la fusibilité:

1.° L'antimoine qui devroit s'échauffer & se refroidir plus lentement que le plomb, puisqu'on a vu par les expériences de Newton, citées dans le Mémoire précédent, que l'antimoine demande pour se fondre, dix degrés de la même chaleur, dont il n'en faut que huit pour fondre le plomb; au lieu que, par mes expériences, il se trouve que l'antimoine s'échauffe & se refroidit plus vîte que le plomb. Mais on observera que Newton s'est servi de régule d'antimoine, & que je n'ai employé dans mes expériences que de l'antimoine fondu; or le régule d'antimoine ou

l'antimoine naturel eſt bien plus difficile à fondre que l'antimoine qui a déjà ſubi une première fuſion ; ainſi, cela ne fait point une exception à la règle. Au reſte, j'ignore quel rapport il y auroit entre l'antimoine naturel ou régule d'antimoine & les autres matières que j'ai fait chauffer & refroidir ; mais je préſume d'après l'expérience de Newton, qu'il s'échaufferoit & ſe refroidiroit plus lentement que le plomb.

2.° L'on prétend que le zinc ſe fond bien plus aiſément que l'argent, par conſéquent il devroit ſe trouver avant l'argent dans l'ordre indiqué par mes expériences, ſi cet ordre étoit dans tous les cas relatif à celui de la fuſibilité ; & j'avoue que ce demi-métal ſemble, au premier coup d'œil, faire une exception à cette loi que ſuivent tous les autres, mais il faut obſerver ; 1.° que la différence donnée par mes expériences entre le zinc & l'argent eſt fort petite ; 2.° que le petit globe d'argent dont je me ſuis ſervi, étoit de l'argent le plus pur, ſans la moindre partie de cuivre, ni d'autre alliage, & l'argent pur doit ſe fondre plus aiſément, & s'échauffer

plus vîte que l'argent mêlé de cuivre : 3.° quoique le petit globe de zinc m'ait été donné par un de nos habiles Chymistes *(a)*, ce n'est peut-être pas du zinc absolument pur & sans mêlange de cuivre, ou de quelqu'autre matière encore moins fusible. Comme ce soupçon m'étoit resté, après toutes mes expériences faites, j'ai remis le globe de zinc à M. Rouelle qui me l'avoit donné, en le priant de s'assurer s'il ne contenoit pas du fer ou du cuivre, ou quelqu'autre matière qui s'opposeroit à sa fusibilité. Les épreuves en ayant été faites, M. Rouelle a trouvé dans ce zinc une quantité assez considérable de fer, ou safran de mars : j'ai donc eu la satisfaction de voir que non-seulement mon soupçon étoit bien fondé, mais encore que mes expériences ont été faites avec assez de précision pour faire reconnoître un mêlange dont il n'étoit pas aisé de se douter : ainsi, le zinc suit aussi exactement que les autres métaux & demi-métaux dans le progrès de la chaleur l'ordre de

(a) M. Rouelle, Démonstrateur de Chymie aux écoles du Jardin du Roi.

la fuſibilité, & ne fait point une exception à la règle. On peut donc dire, en général, que le progrès de la chaleur dans les métaux, demi-métaux & minéraux métalliques, eſt en même raiſon, ou du moins en raiſon très-voiſine de celle de leur fuſibilité *(b)*.

III.

LES MATIERES vitreſcibles & vitrées que j'ai miſes à l'épreuve, étant rangées ſuivant l'ordre de leur denſité, ſont :

Pierre ponce, porcelaine, ocre, glaiſe, verre, cryſtal-de-roche & grès; car je dois obſerver que quoique le cryſtal ne ſoit porté dans la table des poids de chaque

---

(b) Nota. Le globe de zinc ſur lequel ont été faites toutes les expériences s'étant trouvé mêlé d'une portion de fer, j'ai été obligé de ſubſtituer dans la Table générale, aux premiers rapports, de nouveaux rapports que j'ai placés ſous les autres, par exemple, le rapport du fer au zinc de 10000 à 7654 n'eſt pas le vrai rapport, & c'eſt celui de 10000 à 6804 écrit au-deſſous qu'il faut adopter; il en eſt de même de toutes les autres corrections que j'ai faites d'un neuvième ſur chaque nombre, parce que j'ai reconnu que la portion de fer contenue dans ce zinc, avoit diminué au moins d'un neuvième.

matière que pour 6 gros 22 grains, il doit être ſuppoſé plus peſant d'environ 1 gros, parce qu'il étoit ſenſiblement trop petit, & c'eſt par cette raiſon que je l'ai exclu de la table générale des rapports, ayant rejeté toutes les expériences que j'ai faites avec ce globe trop petit. Néanmoins le réſultat général s'accorde aſſez avec les autres, pour que je puiſſe le préſenter. Voici donc l'ordre dans lequel ces différentes ſubſtances ſe ſont refroidies.

Pierre ponce, ocre, porcelaine, glaiſe, verre, cryſtal & grès, qui, comme l'on voit, eſt le même que celui de la denſité, car l'ocre ne ſe trouve ici avant la porcelaine que parce qu'étant une matière friable, il s'eſt diminué par le frottement qu'il a ſubi dans les expériences; & d'ailleurs ſa denſité diffère ſi peu de la porcelaine, qu'on peut les regarder comme égales.

Ainſi, la loi du progrès de la chaleur dans les matières vitreſcibles & vitrées, eſt relative à l'ordre de leur denſité, & n'a que peu ou point de rapport avec leur fuſibilité, par la raiſon qu'il faut, pour fondre toutes ces ſubſtances, un degré preſqu'égal du feu le plus violent, & que

les degrés particuliers de leur différente fusibilité sont si près les uns des autres, qu'on ne peut pas en faire un ordre composé de termes distincts. Ainsi, leur fusibilité presque égale, ne faisant qu'un terme, qui est l'extrême de cet ordre de fusibilité, on ne doit pas être étonné de ce que le progrès de la chaleur suit ici l'ordre de la densité, & que ces différentes substances qui toutes sont également difficiles à fondre, s'échauffent & se refroidissent plus lentement & plus vîte, à proportion de la quantité de matière qu'elles contiennent.

On pourra m'objecter que le verre se fond plus aisément que la glaise, la porcelaine, l'ocre & la pierre ponce, qui, néanmoins s'échauffent & se refroidissent en moins de temps que le verre; mais l'objection tombera lorsqu'on réfléchira qu'il faut, pour fondre le verre, un feu très-violent dont le degré est si éloigné des degrés de chaleur que reçoit le verre dans nos expériences sur le refroidissement, qu'il ne peut influer sur ceux-ci. D'ailleurs, en pulvérisant la glaise, la porcelaine, l'ocre & la pierre ponce, & leur donnant

des fondans analogues, comme l'on en donne au ſable pour le convertir en verre; il eſt plus que probable qu'on feroit fondre toutes ces matières au même degré de feu, & que par conſéquent on doit regarder comme égale ou preſqu'égale leur réſiſtance à la fuſion, & c'eſt par cette raiſon que la loi du progrès de la chaleur dans ces matières, ſe trouve proportionnelle à l'ordre de leur denſité.

I V.

Les matières calcaires rangées ſuivant l'ordre de leur denſité, ſont:

Craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun, marbre blanc.

L'ordre dans lequel elles s'échauffent & ſe refroidiſſent, eſt craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun & marbre blanc, qui, comme l'on voit, eſt le même que celui de leur denſité. La fuſibilité n'y entre pour rien, parce qu'il faut d'abord un très-grand degré de feu pour les calciner, & que quoique la calcination en diviſe les parties, on ne doit en regarder l'effet que comme un premier degré de

fusion, & non pas comme une fusion complète; toute la puissance des meilleurs miroirs ardens suffit à peine pour l'opérer; j'ai fondu & réduit en une espèce de verre quelques-unes de ces matières calcaires au foyer d'un de mes miroirs, & je me suis convaincu que ces matières peuvent, comme toutes les autres, se réduire ultérieurement en verre, sans y employer aucun fondant, & seulement par la force d'un feu bien supérieur à celui de nos fourneaux. Par conséquent le terme commun de leur fusibilité est encore plus éloigné & plus extrême que celui des matières vitrées, & c'est par cette raison qu'elles suivent aussi plus exactement dans le progrès de la chaleur l'ordre de la densité.

Le gyps blanc, qu'on appelle improprement albâtre, est une matière qui se calcine comme tous les autres plâtres, à un degré de feu plus médiocre que celui qui est nécessaire pour la calcination des matières calcaires, aussi ne suit-il pas l'ordre de la densité dans le progrès de la chaleur qu'il reçoit ou qu'il perd; car, quoique beaucoup plus dense que la craie,

& un peu plus dense que la pierre calcaire blanche, il s'échauffe & se refroidit néanmoins bien plus promptement que l'une & l'autre de ces matières. Ceci nous démontre que la calcination & la fusion plus ou moins facile, produisent le même effet relativement au progrès de la chaleur. Les matières gypseuses ne demandent pas, pour se calciner, autant de feu que les matières calcaires, & c'est par cette raison que, quoique plus denses, elles s'échauffent & se refroidissent plus vîte.

Ainsi on peut assurer, en général, que le *progrès de la chaleur dans toutes les substances minérales est toujours à très-peu-près en raison de leur plus ou moins grande facilité à se calciner ou à se fondre*; mais que quand leur calcination ou leur fusion sont *également difficiles, & qu'elles exigent un degré de chaleur extrême*, alors le *progrès de la chaleur se fait suivant l'ordre de leur densité.*

Au reste, j'ai déposé au Cabinet du Roi, les globes d'or, d'argent & de toutes les autres substances métalliques & minérales qui ont servi aux expériences précédentes, afin de les rendre plus

authentiques, en mettant à portée de les vérifier, ceux qui voudroient douter de la vérité de leurs résultats, & de la conséquence générale que je viens d'en tirer.

FIN du Tome premier.



ire, &c.

ortée de
t douter
, & de
je viens

ier.

